M 76
641
cop. 3
W7

M 76
691

76
641

Изданіе О. Н. Поповой.

Образовательная Библіотека.

Серія 3-я № 7.

Дугласъ Арчибальдъ
(бывшій вице-през. Корол. Метеорол. Общ. въ Лондонѣ).

АТМОСФЕРА.

Съ 42 рис. въ текстѣ.

Перев. съ англійск. С. Л. Федоровскаго, подъ ред. **Вл. А. Герда.**

ЦѢНА **80** КОП.

Контора изданій и книжный магазинъ **О. Н. Поповой.**
Спб. Невскій, 54.
1900.

Изданія О. Н. ПОПОВОЙ.

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ БИБЛІОТЕКА.

Изданіе выходитъ серіями, по одной въ годъ, заключающими каждая 10 книжекъ отъ 7 до 12 печатныхъ листовъ небольшого формата плотной печати.

Серія первая:

№ 1 и 2 **Э. Клоддъ. Картина міра. Дѣтство человѣчества. Піонеры эволюціи XIX в.** съ 93 рис. Ц. 1 р.

№ 3. **Д. Чемберсъ. Повѣсть о звѣздахъ** 20 рис. и 2 карт. всего звѣзднаго неба. Ц. 40 к. Учен. Комит. М. Нар. Просв. рекомендована для ученич. библ. (старш. и средн. возр.) средн. учебн. завед., мужск. и женск., и для безплатн. народн. библіот. и читаленъ.

№ 4 и 5. **Н. Карышевъ. Трудъ, его роль и условія приложенія въ производствѣ.** Ц. 1 р. 20 к.

№ 6 и 7 **А. Лампа. Силы природы и естественные законы** Съ портретами знаменит. физиковъ. Двѣ части. Ц. по 50 к. за часть.

Учен. К. М. Н. Пр. признана заслуживающей **особой рекомендаціи** для фундам. и ученич., старш. возр., библ. мужск. гимназій и реальн. училищъ, для фундам. библ. женск. гимн. и учит. инст. и семин., а также для безпл. народн. библ. и читаленъ.

№ 8 и 9. **Сѣченовъ, И. Физіологическіе очерки.** Съ 116 рис. Ц. за. 2 части 1 р. 50 к.

№ 10. **Кроненбергъ. Философія Канта и ея значеніе въ исторіи развитія мысли.** Съ портретомъ Канта Ц. 40 к.

Серія вторая:

(Со 2-ой серіи общую редакцію „Образовательной Библіотеки принялъ на себя П. Б. Струве).

№ 1 **Чемберсъ. Солнечная система.** Пер. съ англ. Щиглевой подъ ред. Н. Березина. 78 рис. Спб. Ц. 40 к.

№ 2. **Парвусъ. Міровой рынокъ и Сельско-хозяйственный кризисъ** (Der Weltmarkt und die Agrarkrisis) Экономическіе очерки. Пер. съ нѣм. Л. Я. Спб. Ц. 40 к.

№ 3 и 4. **Ланглуа и Сеньобосъ. Введеніе въ изученіе исторіи.** Пер. съ франц. А. Серебряковой. Спб. Ц. 1 р.

№ 5. **В. Болинъ,** проф. Гельсингф. универс. **Спиноза.** Біографич. и культурно - историч. очеркъ. Пер. съ нѣм. З. Н. Журавской и Д. В. Страндена. Подъ ред. П. Струве. Спб. Ц. 60 к.

№ 6. **Г. Гиггсъ** (Henry Higgs). **Физіократы.** Франц. экономисты XVIII вѣка. Пер. съ англ. О. Ю. Гофманъ подъ ред. П. Струве. Спб. Ц. 40 к.

№ 7. **Ю. Мильталеръ. Что такое красота?**)Das Rätsel des Schönen) Введеніе въ эстетику. Пер. съ нѣм. З. А. Венгеровой. Спб. Ц. 40 к.

№ 8. **Рисъ-Дэвидсъ. Буддизмъ.** Пер. съ англ. О. П. Семеновой. подъ ред. пр. С. Ф. Ольденбурга. Спб. Ц. 40 к.

№ 9 и 10. **Гумпловичъ, Людвигъ. Основы соціологіи.** Пер. подъ ред. привдоц. В. М. Гессена. Спб. Ц. 1 р. 30 к.

Серія третья:

№ 1. **В. Клей. Чахотка какъ соціальное явленіе.** Перев. съ нѣмецкаго съ дополнен. д-ра мед. Яроцкаго Ц. 50 к.

№ 2. **Зомбартъ, Вернеръ. Очерки по исторіи промышленнаго развитія Германіи. I.** Германія наканунѣ экономическаго переворота. Переводъ съ рукописи Ф. Капелюша. Спб. Ц. 60 к.

№ 3—4. **Дж. Гобсонъ. Проблемы бѣдности и безработицы.** Переводъ съ англ. подъ редакціей Л. Зака и С. Франка. Съ прилож. статьи П. Струве о безработицѣ. Ц 1 р. 50 к.

№ 5. **Дж. Т. Лэддъ. Очеркъ элементарной психологіи.** Перев. съ англ. подъ ред. Б. Кистяковскаго Ц. 80 к.

№ 6. **С. Кржвицкій. Физическая антропологія.** Перев. съ польскаго, при содѣйствіи автора, С. Д. Романько-Романовскаго. Съ 70 рис. Ц. 80 к.

№ 7. **Арчибальдъ. Жизнь земной атмосферы.** Перев. съ англ. подъ ред. В. Герда. 42 рис. Ц. 80 к.

Печатаются:

№ 8 и 9. **Кюльпе. Введеніе въ философію.** Перев. съ нѣмецкаго.

М. Тихвинскій. Система и методъ современной химіи.

Лихтенберже. Ницше и его философія пер. съ франц.

Желающіе получить всю серію заявляютъ объ этомъ конторѣ, и каждый выпускъ по выходѣ, высылается имъ съ наложеннымъ платежомъ.

Изданіе О. Н. Поповой.

Образовательная Библіотека.

Серія 3-я № 7.

М 76/691

Дугласъ Арчибальдъ

(бывшій вице-през. Корол. Метеорол. Общ. въ Лондонѣ).

АТМОСФЕРА.

Съ 42 рис. въ текстѣ.

Перев. съ англійск. С. Л. Федоровскаго, подъ ред. **Вл. А. Герда.**

РУМЯНЦЕВСКІЙ МУЗЕЙ ПУБЛИЧ. БИБЛІОТ.

ЦѢНА **80** КОП.

Контора изданій и книжный магазинъ **О. Н. Поповой.**

Спб. Невскій, 54.

1900.

Дозволено цензурою. Спб. 29 мая 1900 года.

Типографія А. Е. Колпинскаго. Конная, 3—5.

ПРЕДИСЛОВІЕ.

Въ этой маленькой книжкѣ мнѣ хотѣлось изложить въ существенныхъ чертахъ тѣ объясненія, какія современная наука даетъ явленіямъ, совершающимся въ атмосферѣ. Въ отличіе отъ твердой части нашей планеты, въ атмосферѣ ея нѣтъ ни золота, ни залежей каменнаго угля, которыя могли бы подстрекать людей къ научнымъ изысканіямъ. Поэтому изученіе атмосферы до недавняго времени находилось въ пренебреженіи и только теперь поднялось изъ стадіи миѳовъ и умозрѣній въ стадію фактовъ и знанія.

Этотъ желательный результатъ былъ достигнутъ главнымъ образомъ благодаря тому, что мы оставили туманныя гипотезы и обратились къ установленнымъ законамъ физики.

Я писалъ не для того меньшинства, которое не прочь лишь мимоходомъ отдать дань смутнаго удивленія передъ явленіями экстраординарнаго характера, но для тѣхъ,—и думаю, что такихъ больше,—кто, не удовлетворяясь наборомъ фактовъ, хочетъ знать ихъ причины.

Мнѣ пришлось многое почерпнуть изъ оригинальныхъ трудовъ метеорологовъ новѣйшей школы, имѣющей почтенныхъ представителей въ Америкѣ, въ Индіи и въ Германіи. Особенно въ этомъ отношеніи считаю себя обязаннымъ проф. Дэвису (Dawis) изъ Гарвардскаго университета, проф. Лумису (Loomis) изъ Іэля, Феррелю (Ferrel) изъ Вашингтона, проф. Шпрунгу (Sprung) и проф. Вальдо (Waldo).

Я съ умысломъ не коснулся вопроса о погодѣ, не описывалъ приборовъ для наблюденій и лишь вкратцѣ затронулъ вопросъ о климатѣ. Тѣмъ больше я употребилъ стараній на то, чтобы показать, особенно въ главѣ XIII, что атмосфера представляетъ для насъ постоянно возрастающій интересъ и помимо ея роли въ опредѣленіи погоды.

1897.

Дугласъ Арчибальдъ.

ГЛАВА I.

Происхожденіе и высота атмосферы.

Воздушная атмосфера, въ которой мы живемъ и которою дышемъ, является неотъемлемою частью твердаго шара, населеннаго людьми.

Пока мы лишь размышляемъ объ этомъ, мы можемъ еще воображать, что насъ окружаетъ пустое пространство; но, какъ только мы погрузимъ нашу голову въ воду,—сейчасъ же увидимъ, что безъ вдыханія этой „пустоты“ мы можемъ жить не больше нѣсколькихъ секундъ. И стоитъ только посмотрѣть на то, какъ плаваютъ парусныя суда, какъ вращаются мельницы, какъ въ бурю съ крышъ домовъ срывается кровельный сланецъ, чтобы убѣдиться, что воздухъ такъ же *матеріаленъ*, какъ и та твердая земля, которую онъ обволакиваетъ.

Прошлое атмосферы не записано, какъ прошлое земли, на безошибочномъ языкѣ послѣдовательныхъ наслоеній горныхъ породъ или ископаемыхъ органическихъ остатковъ, и о тѣхъ измѣненіяхъ, которыя атмосфера должна была претерпѣвать нѣкогда, мы можемъ заключать лишь на основаніи нашихъ свѣдѣній о физической исторіи вселенной и по аналогіи съ тѣмъ, что теперь происходитъ на солнцѣ.

Принимая „теорію туманностей“, давно предложенную великимъ французскимъ астрономомъ Лапласомъ и не только

не опровергнутую, но, наоборотъ, все больше и больше подтверждаемую недавними открытіями, мы должны допустить, что всѣ, существующія теперь, солнца и планеты образовались путемъ сгущенія облаковъ, или „туманностей“, состоявшихъ изъ матеріи, которая была первоначально разсѣяна повсюду въ пространствѣ.

Въ силу взаимнаго притяженія составляющаго ихъ вещества (эту силу мы теперь называемъ „тяготѣніемъ“), отдѣльныя скопленія матеріи превратились въ сильно нагрѣтыя шарообразныя массы, всѣ элементы которыхъ находились тогда въ раскаленномъ газообразномъ состояніи. Постепенно охлаждаясь и отдѣляя отъ себя участки матеріи—будущія планеты, эти массы сгущались и превращались въ жидкіе шары или солнца, окруженныя атмосферами изъ болѣе легкихъ и труднѣе сгущаемыхъ газовъ, еще достаточно горячихъ, чтобы свѣтиться.—Къ этому типу тѣлъ принадлежитъ наше солнце.

Затѣмъ происходило дальнѣйшее охлажденіе, въ особенности среди образовавшихся планетъ: жидкость на ихъ внѣшней поверхности охладилась настолько, что могла образоваться тонкая твердая корка, подъ которой находится болѣе или менѣе жидкое вещество и надъ которой остается еще достаточно несгущенныхъ газовъ, чтобъ образовать атмосферу, настолько разрѣженную, что черезъ нее могутъ проникать свѣтъ и теплота, и тѣмъ не менѣе достаточно плотную для поддержанія животной жизни. Таково именно настоящее состояніе нашей планеты.

Не слѣдуетъ, однако, думать, что на всѣхъ другихъ планетахъ положеніе вещей таково-же. Скорость съ которой совершаются эти измѣненія, для каждой планеты различна.

Юпитеръ имѣетъ еще такую высокую температуру, что онъ, какъ думаютъ, является отчасти самосвѣтящимъ; его атмосфера, по всей вѣроятности, содержитъ еще пары и облака такихъ веществъ, которыя на нашей, болѣе холодной,

землѣ давно уже сгустились въ жидкости, или въ твердыя тѣла. Въ телескопъ видны покрывающія Юпитеръ густыя облака; надо думать, что большая часть воды существуетъ тамъ въ формѣ пара (т. е. въ газообразномъ видѣ), а не въ видѣ жидкихъ морей, какъ на земномъ шарѣ. Напротивъ, въ атмосферѣ и на поверхности Марса осталось такъ мало воды, что хотя ея и хватаетъ для снабженія снѣгомъ зимнихъ полярныхъ шапокъ планеты, экваторіальныя области ея остаются выжженными пустынями, которыя по мнѣнію Лоуэлля (Lowell), астронома Аризонской обсерваторіи и нѣкоторыхъ другихъ ученыхъ, спеціально занимающихся изученіемъ Марса, орошаются искусственно системою такъ называемыхъ, каналовъ, пересѣкающихъ поверхность планеты.

Наконецъ, наша луна представляетъ собою картину того состоянія, котораго должно было достигнуть сравнительно небольшое шарообразное тѣло. Она вся тверда, на ней нѣтъ ни жидкостей, ни газовъ. А слѣдовательно, согласно нашимъ понятіямъ, не возможна и жизнь. Жидкія вещества, представителемъ которыхъ главнымъ образомъ служитъ вода, поглощены твердыми составными частями луны; что же касается послѣднихъ остатковъ газообразной атмосферы, которая безъ сомнѣнія нѣкогда обволакивала луну, то они или тоже поглощены твердыми массами, или же разсѣялись въ міровое пространство, выйдя изъ сферы притяженія луны.

Состояніе каждаго небеснаго тѣла въ настоящее время зависитъ, главнымъ образомъ, отъ того, съ какой скоростью совершается на немъ переходъ отъ вполнѣ газообразнаго состоянія, къ состоянію газа и жидкости и, далѣе, къ состоянію газа, жидкости и твердаго тѣла, т. е. отъ скорости охлажденія. Чѣмъ больше размѣры тѣла, тѣмъ больше требуется времени для его охлажденія.

Конечное состояніе тѣла, т. е. утратитъ ли оно въ концѣ концовъ свою жидкую газовую оболочку и сдѣлается подоб-

нымъ лунѣ, или же, подобно землѣ, сохранить и атмосферу, и океаны воды, зависитъ отъ величины притяженія, посредствомъ котораго оно удерживаетъ возлѣ себя свои газообразныя части. А эта величина въ свою очередь зависитъ непосредственно отъ количества вещества, входящаго въ составъ тѣла, т. е. опять таки отъ его размѣровъ. Такъ, напримѣръ, наша земля, по всей вѣроятности, никогда не будетъ совсѣмъ лишена атмосферы, хотя нѣтъ никакого сомнѣнія, что значительныя количества болѣе легкихъ газовъ, подобныхъ водороду, успѣли уже разсѣяться въ межпланетное пространство.

Тотъ фактъ, что мы обладаемъ въ настоящее время газовой атмосферой именно той степени разрѣженія, какая соотвѣтствуетъ нашему дыхательному аппарату, какъ бы замѣчателенъ онъ ни казался, есть прямое слѣдствіе размѣровъ небеснаго тѣла, на которомъ мы живемъ.

Въ давно прошедшее время, прежде чѣмъ земля охладилась настолько, что на ея поверхности образовалась твердая кора, она представляла собою маленькое солнце, окруженное атмосферою изъ раскаленныхъ туманныхъ паровъ металловъ, которые падали внизъ въ видѣ металлическаго дождя, вскипая вновь при приближеніи къ раскаленной поверхности. Со временемъ, однако, металлическія вещества, падающія въ видѣ дождя, перестали вновь испаряться, войдя въ составъ отвердѣвающей земли; къ началу геологической исторіи, когда поверхность земли охладилась настолько, что на ней стала возможна растительная и животная жизнь, атмосфера должна была пріобрѣсти ту ясность, какою она обладаетъ теперь.

Доказательствомъ этого можетъ служить то обстоятельство, что трилобиты весьма отдаленнаго (одного изъ древнѣйшихъ, извѣстныхъ намъ) силурійскаго періода, уже были снабжены органами зрѣнія; слѣдовательно, и тогда уже, какъ теперь, въ воды моря проникало достаточное количество свѣта. Значитъ, атмосфера была достаточно про-

зрачна. Однако, нѣтъ сомнѣнія, что водяныхъ паровъ и углекислоты она заключала въ то время больше, чѣмъ теперь. Въ самомъ дѣлѣ, извѣстно, что въ послѣдующія эпохи отложилось много углерода въ твердомъ видѣ въ формѣ каменноугольныхъ пластовъ и известковыхъ горныхъ породъ.

Прослѣдимъ дальше исторію земнаго шара. Наступило время, когда атмосфера, получавшая прежде теплоту преимущественно отъ еще теплой земли, уже перестала согрѣваться охладѣвшею и отвердѣвшею подругой юности и вынуждена была стать въ зависимость отъ солнечныхъ лучей. Хотя этимъ послѣднимъ, чтобъ защитить атмосферу отъ ужаснаго холода межпланетнаго пространства, приходится путешествовать цѣлыхъ сто сорокъ восемь милліоновъ километровъ, все же благодаря имъ, она, даже и теперь, можетъ удержать свою температуру почти на 300° С. выше температуры окружающаго пространства; тогда какъ теплота, получаемая атмосферою отъ земли, можетъ поднять температуру воздуха не болѣе. какъ на 0,04°.

Итакъ, атмосфера нашей планеты есть ея индивидуальная принадлежность, а никакъ не часть всеобщей атмосферы, распространенной повсюду въ пространствѣ. Въ самомъ дѣлѣ, если бы существовала подобная общая атмосфера, наше солнце, по разсчетамъ д-ра Тизена (Thiesen) изъ Берлина, въ силу своихъ громадныхъ размѣровъ — оно въ милліонъ разъ больше земли—и въ силу притяженія, которое тамъ въ двадцать семь разъ сильнѣе, образовало бы вокругъ себя газовый покровъ, или атмосферу, которая, имѣя плотность нашей атмосферы, далеко заходила бы за орбиту Венеры. Извѣстно, однако, что на самомъ дѣлѣ это не такъ.

Солнечная атмосфера имѣетъ толщину около 300,000 километровъ, а земная, навѣрно, не больше 150 километровъ.

Высота, до которой доходитъ наша атмосфера, никогда не измѣрялась такъ, какъ мы измѣряемъ разстоянія на поверхности земли, по той простой причинѣ, что мы ни-

когда не можемъ даже надѣяться достигнуть ея верхняго предѣла. Въ самомъ дѣлѣ, даже, если бы намъ удалось приблизиться къ этому предѣлу, было бы весьма затруднительно узнать, гдѣ именно онъ находится: переходъ отъ разныхъ степеней разрѣженія воздуха къ тому мѣсту, гдѣ онъ смѣняется пустотой, совершается такъ постепенно, что намъ трудно было бы отыскать мѣсто, про которое можно было бы сказать „досюда и не дальше".

Тѣмъ не менѣе мы можемъ все таки получить нѣкоторыя указанія относительно той высоты, на которой воздухъ находится уже въ такомъ количествѣ, что имѣетъ вѣсъ и оказываетъ сопротивленіе. Для этого служатъ вычисленія быстроты уменьшенія атмосфернаго давленія по мѣрѣ поднятія вверхъ, наблюденія надъ продолжительностью сумерокъ и, наконецъ, опредѣленія высоты, на которой бываютъ видимы метеориты (или, какъ ихъ называютъ въ просторѣчіи, падающія звѣзды).

Живя на днѣ нашего воздушнаго океана, подобно тому, какъ камбала живетъ на днѣ воднаго, мы до абсурда невѣжественны по отношенію ко всему, что касается состояній и свойствъ атмосферы, даже на небольшое число миль вверхъ надъ нами.

Высочайшимъ восхожденіемъ на горы, сдѣланнымъ человѣкомъ, считается восхожденіе Цурбриггена (Zurbriggen) на Аконкагуа, гдѣ онъ достигъ высоты около 7,300 метровъ (около 7 верстъ). Наиболѣе высокое поднятіе на воздушномъ шарѣ совершенно д-ромъ Берсономъ (Berson) изъ Берлина, который въ 1894 году достигъ высоты 9,000 м. (около 8½ верстъ).

Нѣсколько раньше, въ 1862 г., Глэшеръ (Glaisher) и Коксвель (Coxwell) совершили свое памятное поднятіе на шарѣ надъ Волвергэмптономъ; на высотѣ 8800 м. они потеряли сознаніе, но принято думать, что на короткое время имъ удалось достигнуть высоты 11,900 метр. (болѣе 10 верстъ). Зато Берсонъ (Berson), благодаря вдыханію чистаго кисло-

рода, могъ дѣлать наблюденія съ помощью приборовъ и тщательно отмѣчать все совершавшееся вокругъ него.

Термометръ у него спустился на 12°C ниже 0°, а ртуть въ барометрѣ упала съ 760 mm. на 228 mm. Девять верстъ есть, по всей вѣроятности, та предѣльная высота атмосферы, которой человѣкъ вообще можетъ достичь когда-либо, такъ какъ выше этого можно жить лишь при помощи искусственныхъ средствъ. Для постояннаго жительства считаются уже негодными мѣста, лежащія выше 4500 м., такъ что свойствами, подходящими для жизни человѣка обладаетъ собственно лишь сравнительно тонкій слой атмосфернаго покрова. Въ самомъ дѣлѣ, вся удивительно сложная дѣятельность человѣка, какъ духовная, такъ и физическая, весь прогрессъ цивилизаціи новаго времени совершались и, вѣроятно, всегда будутъ совершаться въ слоѣ атмосферы, идущемъ вверхъ на такое лишь разстояніе, которое можно въ Лондонѣ проѣхать въ кэбѣ за шиллингъ.

Независимо отъ прямыхъ измѣреній, давленіе атмосферы даетъ намъ ключъ къ познанію, какъ толщи ея, такъ и вѣса. Если основываться исключительно на наблюденіяхъ атмосфернаго давленія на разныхъ высотахъ, то слѣдовало бы заключить, что предѣлъ ея находится на высотѣ, приблизительно, 61 километра, такъ какъ ртутный столбикъ барометра, измѣряющій вѣсъ лежащаго надъ нимъ воздуха, долженъ по вычисленіямъ, совершенно упасть на этой высотѣ. Однако, наблюденія надъ метеоритами, видимость которыхъ зависитъ отъ того, что они нагрѣваются до раскаленнаго состоянія вслѣдствіе тренія о проходимую среду, показали, что и на высотѣ 160 километр. отъ земли еще есть воздухъ, хотя, вѣроятно, въ сильно разрѣженномъ состояніи. Съ другой стороны, наблюденія надъ продолжительностью сумерокъ, существованіе которыхъ объясняется отраженіемъ лучей свѣта частичками воздуха и частичками носящейся въ немъ пыли, даютъ намъ 80 километровъ (около 75½ верстъ), какъ приблизительный предѣлъ атмосферы. По этому пра-

ктически мы можемъ принять *80 километровъ* (75 верстъ) за приблизительный предѣлъ, до котораго еще существуетъ атмосфера въ той связной формѣ, въ какой мы ее знаемъ вблизи земной поверхности.

ГЛАВА II.

Природа и составъ атмосферы.

Высшимъ существамъ, которыя, какъ думаютъ, населяютъ небесныя пространства, должно быть, было безконечно жалко наблюдать, какъ бѣдные, маленькіе люди наземлѣ, въ теченіе многихъ вѣковъ боролись въ туманѣ суевѣрій и ошибокъ, чтобы узнать, наконецъ, составъ той атмосферы, въ которой они живутъ. Греки разсматривали воздухъ, какъ одну изъ четырехъ простыхъ стихій, и такъ люди продолжали думать до половины прошлаго столѣтія, когда, наконецъ, Пристлей открылъ, что воздухъ представляетъ собою смѣсь двухъ газовъ, азота и кислорода, и что нейтральный характеръ воздуха обусловленъ смѣшеніемъ наиболѣе активнаго элемента—кислорода съ наименѣе активнымъ—азотомъ.

Малѣйшее измѣненіе въ количественномъ отношеніи обоихъ элементовъ уже отозвалось бы губительнымъ образомъ на жизни въ томъ видѣ, какъ мы ее знаемъ. Будь въ воздухѣ больше кислорода, наша жизнь, и теперь не долгая, стала бы еще короче и, хотя, можетъ быть, въ нашихъ рѣчахъ тогда было бы больше остроумія и блеску, но постоянное состояніе какого то духовнаго и тѣлеснаго опьяненія дѣлало бы насъ неспособными къ усидчивому, серьезному труду. Люди превратились бы въ легкомысленныя, безпечныя, разсѣяныя

существа, которыя въ безумномъ, чрезмѣрномъ возбужденіи вѣроятно, скоро истребили бы другъ друга. Съ другой стороны, слишкомъ большой избытокъ азота въ воздухѣ привелъ бы насъ къ такому состоянію унынія и холодности, что напримѣръ, англичане, отчасти и теперь характеризующіеся этими качествами, должны были бы тогда превратиться въ какихъ то истукановъ, или мумій, безстрастныхъ, бездѣятельныхъ, безжизненныхъ, — словомъ, въ матерію безъ движенія. Итакъ, существующее теперь отношеніе между газами атмосферы какъ разъ отвѣчаетъ нашимъ настоящимъ потребностямъ. Въ среднемъ оно слѣдующее: по объему на 79 ч. азота приходится 21 ч. кислорода, по вѣсу на 77 ч. азота — 23 ч. кислорода.

Остальныя составныя части воздуха входятъ въ него въ такихъ малыхъ количествахъ, что практически, при разсмотрѣніи физическихъ свойствъ атмосферы, ими можно пренебречь, хотя, когда дѣло идетъ о ея жизненныхъ и химическихъ функціяхъ, принебрегать ими нельзя. Эти остальныя части суть слѣдующія: угольная кислота, въ количествѣ 0,0003 по объему, слѣды амміака, озонъ и недавно открытый аргонъ.

Кислородъ, составляющій по объему $^1/_5$ всей атмосферы, есть ея дѣятельное, животворное начало. Большія количества его, путемъ первоначальныхъ химическихъ соединеній съ нѣкоторыми элементами земли, особенно, кремнемъ и аллюминіемъ, обратились въ твердое состояніе и отложены въ видѣ огромныхъ массъ горныхъ породъ. Другая его часть, соединившись съ водородомъ, создала цѣлые океаны воды и водяные пары атмосферы. Наконецъ, образуя въ тканяхъ растеній и животныхъ соединенія съ углеродомъ, кислородъ развиваетъ всю ту массу энергіи, которая обнаруживается въ ихъ жизни и движеніяхъ.

Благодаря тому, что плотность кислорода почти таже самая, что и у азота, а также тому, что въ атмосферѣ оба газа постоянно перемѣшиваются, отношеніе между ними на боль-

шихъ высотахъ очень мало отличается отъ того, какое наблюдается вблизи уровня моря. Такъ, при поднятіи на воздушномъ шарѣ, въ воздухѣ окрестностей Лондона на высотѣ 5560 метровъ было констатировано 20,88% кислорода, тогда какъ возлѣ земной поверхности въ это время было 20,92%. Колебанія въ количествѣ кислорода внутри помѣщеній зависятъ, обыкновенно, отъ ихъ вентеляціи, и отъ количества находящагося въ нихъ народу. Въ партерѣ театра, напримѣръ, процентъ кислорода понижается до 20,7, въ залѣ суда — до 20,6, а на галлереѣ въ театрѣ—до 20,5.

Слѣдовательно, что касается химическихъ свойствъ, то на большихъ высотахъ атмосфера такъ же годна для жизни человѣка, какъ и возлѣ уровня моря. Разряженность атмосферы и ея холодъ суть единственныя затрудненія для нашего поднятія вверхъ.

Азотъ, образующій $^{3}/_{5}$ атмосферы, есть ея инертная, ея такъ сказать, отрицательная составная часть. Враждебнаго дѣйствія на жизнь онъ, впрочемъ, не оказываетъ. Напротивъ, разбавляя кислородъ воздуха, онъ ослабляетъ силу и быстроту обусловливаемыхъ послѣднимъ процессовъ сгоранія и такимъ образомъ способствуетъ продленію нашей жизни, которая въ чистомъ кислородѣ очень скоро приходила бы къ концу. И, пожалуй, не будь азота, не легко было бы на его мѣсто найти другой газъ, который такъ же разбавлялъ бы собою кислородъ воздуха и въ то же время не оказывалъ бы на насъ отравляющаго дѣйствія, подобнаго дѣйствію углекислоты.

Съ физической точки зрѣнія азотъ, плотность котораго относится къ плотности кислорода какъ 110:97, дѣлаетъ воздухъ лучшимъ проводникомъ для звука, для передачи силъ и дѣлаетъ его болѣе способнымъ поддерживать находящіяся въ немъ тѣла.

Азотъ тоже поглащается растеніями изъ атмосферы посредствомъ дѣятельности тѣхъ удивительныхъ мелкихъ паразитныхъ бациллъ, которыя, какъ это было недавно

показано проф. Доббэ (DoBbè), питаютъ извѣстныя растенія азотомъ, поглощая его изъ воздуха и переводя въ вещество этихъ растеній. Мало того, оказывается, что каждое изъ этихъ растеній, повидимому, питается азотомъ при посредствѣ своего спеціальнаго вида бациллъ и гибнетъ отъ голода, если эту обязанность возложить на бациллъ другого растенія.

Углекислота входитъ въ составъ воздуха въ весьма маломъ количествѣ, но, несмотря на это, играетъ громадную роль въ операціяхъ природы. Животныя поглощаютъ кислородъ и выдѣляютъ въ качествѣ продукта дыханія углекислоту. Съ другой стороны растенія, подъ вліяніемъ дѣйствія свѣта на ихъ зеленыя клѣтки, разлагаютъ углекислоту, поглощая углеродъ и выдѣляя въ свободномъ видѣ кислородъ. Такими способами поддерживается приблизительное равновѣсіе между приходомъ и расходомъ углекислоты.

Въ древнія времена земной исторіи содержаніе углекислоты въ атмосферѣ было, по всей вѣроятности, гораздо больше, чѣмъ теперь. Особенно это надо думать относительно каменноугольной эпохи, когда, благодаря спеціальнымъ климатическимъ условіямъ, росли огромныя количества деревьевъ и папортниковъ, которые извлекали углеродъ изъ богатой углекислотой атмосферы, и погребали его на цѣлыя вѣка въ твердой формѣ, въ видѣ каменнаго угля, уменьшая тѣмъ самымъ содержаніе углекислоты въ воздухѣ послѣдующихъ временъ. Составляя 0,03% атмосферы, углекислота въ настоящее время, представляетъ собою количество очень небольшое, и однако, его вполнѣ достаточно, чтобы весь растительный міръ черпалъ изъ воздуха твердый углеродъ.

Гексли разсчиталъ, что въ столбѣ атмосферы, опирающемся на одну квадратную милю земной поверхности, содержится 13800 тоннъ углекислоты. Количество твердаго углерода, которое можетъ быть извлечено изъ этой массы газа, равняется приблизительно 3700 тоннамъ, а

этого достаточно, для снабженія углеродомъ небольшого лѣса изъ деревьевъ, вѣсъ которыхъ въ суммѣ составитъ 7400 тоннъ *).

Озонъ, слѣды котораго всегда находятся въ атмосферѣ, представляетъ собою особую форму кислорода: частица его состоитъ изъ трехъ атомовъ, но лишь два изъ нихъ связаны прочно, а третій, по правилу „двое—компанія, а третій уже лишній", легко выдѣляется, разъ встрѣчается болѣе подходящій ему компаньонъ. Къ счастью для насъ, этотъ третій атомъ весьма неразборчивъ: онъ проявляетъ большое пристрастіе къ водосточнымъ трубамъ и вообще къ такимъ мѣстамъ, гдѣ скопляются разлагающіяся вещества; благодаря ему, происходитъ усиленное окисленіе ихъ, и эти вещества дѣлаются безвредными. Въ городахъ, обыкновенно, больше условій для разрушенія озона, чѣмъ внѣ ихъ, поэтому внутри города озону оказывается больше въ частяхъ, подверженныхъ вѣтрамъ и меньше въ частяхъ, защищенныхъ отъ вѣтровъ.

Весною въ воздухѣ заключается озона сравнительно много, осенью же, наоборотъ, мало; и, хотя, по всей вѣроятности, энергично окисляя вредные газы, озонъ дѣйствуетъ въ общемъ благодѣтельно на здоровье, тѣмъ не менѣе избытокъ его связанъ съ господствомъ нѣкоторыхъ формъ катарральныхъ заболѣваній.

Слѣды амміака, заключающіеся въ воздухѣ, падая съ дождемъ на землю, служатъ отчасти для снабженія почвы и растеній азотомъ. Ежегодно на каждый гектаръ почвы такимъ образомъ выпадаетъ около 6 килогр. (на 1 десятину—15 ф.) амміака.

Указанныя выше составныя части атмосферы смѣшаны между собою такъ, какъ смѣшивается спиртъ съ

*) Въ тоннѣ содержится 62 пуда съ небольшимъ. При перечисленіи цифръ Гексли на русскія мѣры получимъ на 1 кв. версту 7850 тон. углекислоты, 2100 тонъ угля и 1050 тонъ дерева.

водой и могутъ свободно входить въ соединенія съ разными другими веществами. Такая свобода связи составныхъ элементовъ подразумѣвается уже въ самомъ терминѣ „механическая смѣсь“, который употребляется въ примѣненіи къ воздуху, въ отличіе этого типа соединеній отъ химическаго соединенія, напримѣръ, отъ того соединенія кислорода съ водородомъ, какое мы имѣемъ въ водѣ.

Пары воды, которые, въ качествѣ невидимаго газа, постоянно въ большемъ, или меньшемъ, количествѣ примѣшиваются къ сухому воздуху, могутъ быть разсматриваемы, какъ самостоятельная атмосфера газообразной воды. Однако ни по виду, ни по запаху водяные пары не отличаются отъ сухого воздуха и до тѣхъ поръ, пока они не сгущены въ облака, или въ дождевыя капли, дѣйствительно, являются одною изъ составныхъ его частей. Такой взглядъ покажется намъ еще болѣе пріемлемымъ, если принять во вниманіе, что количество водяного пара въ воздухѣ (въ общемъ около 1% по вѣсу) постоянно колеблется и объемъ вытѣсняемаго ими сухого воздуха зависитъ столько же отъ температуры, сколько и отъ наличнаго содержанія въ воздухѣ водяного пара. Плотность водяного пара въ невидимомъ газообразномъ состояніи составляетъ $^5/_8$ плотности сухого воздуха при одинаковой температурѣ и давленіи. Если бы атмосфера земли состояла исключительно изъ водяного пара, то, въ силу особенныхъ его свойствъ, существовала бы одна опредѣленная температура, при которой паръ изъ газообразнаго состоянія переходилъ бы въ жидкое, и слѣдовательно надъ землею существовалъ бы одинъ уровень, мѣняющійся по времени дня и года, уровень, на которомъ происходило бы образованіе облаковъ, и откуда падалъ бы дождь.

Но водяные пары находятся въ смѣси съ воздухомъ, и потому подымаются вверхъ до тѣхъ поръ, пока не дойдутъ до температуры, при которой воздухъ не можетъ ихъ болѣе удерживать въ растворѣ—тамъ образуются облака, изъ которыхъ затѣмъ можетъ выпадать дождь. Непосредственно надъ

этимъ слоемъ находится промежутокъ, въ которомъ мало водяныхъ паровъ; однако, по мѣрѣ подъема, отношеніе между наличнымъ количествомъ паровъ и тѣмъ, какое можетъ содержаться, растетъ, пока, наконецъ, на извѣстной высотѣ, не будетъ достигнута температура, при которой произойдетъ новое сгущеніе паровъ, и образуется второй ярусъ облаковъ, и такъ далѣе. Въ концѣ концовъ, долженъ, конечно, существовать извѣстный предѣлъ, выше котораго воздухъ уже почти не содержитъ водяныхъ паровъ, но онъ находится, повидимому, очень высоко. Найдено, правда, что на высотѣ 7000 м., на гималайскихъ горахъ, водяные пары составляютъ лишь одну десятую ихъ количества на уровнѣ моря; такъ что на высотѣ 14,000 м. ихъ должно быть приблизительно въ сто разъ меньше; однако облака вида cirrus (перистыя) наблюдались и на бо́льшихъ высотахъ.

Еще одна примѣсь въ воздухѣ играетъ важную роль — это пыль. Джонъ Эткенъ (J. Aitken) изъ Глазго подвергъ вопросъ о пыли спеціальному изслѣдованію и нашелъ, что въ атмосферѣ, особенно въ нижнихъ ея слояхъ, прилегающихъ къ сушѣ, носятся міріады мельчайшихъ пылевыхъ частичекъ. Надъ моремъ и въ верхнихъ слояхъ атмосферы количество ихъ гораздо меньше. Изъ его изслѣдованій оказалось, между прочимъ, что присутствіе этихъ частичекъ необходимо для образованія дождя.

Изъ цѣлаго ряда недавнихъ наблюденій, произведенныхъ Фридландеромъ (E. D. Fridlander) съ помощью счетчика пыли Эткена въ разныхъ мѣстахъ земного шара (Атлантическій и Тихій океаны, новая Зеландія, Калифорнія, Индѣйскій океанъ, Швейцарія), выяснилось, что мельчайшія частички пыли содержатся въ нижнихъ слояхъ атмосферы и на серединѣ Тихаго океана, и на материкахъ, но особенно многочисленны въ городахъ. Однако надъ водою, какъ уже было замѣчено выше, ихъ гораздо меньше, особенно надъ Тихимъ и Индѣйскимъ океанами.

Сравнивая въ этомъ отношеніи три океана, находимъ на уровнѣ воды:

	Число частичекъ пыли въ 1 к. сант.
Атлантическій океанъ . . .	2053
Тихій „ . . .	613
Индѣйскій „ . . .	512

Самымъ низкимъ числомъ оказались 210 частичекъ найденныя послѣ дождя надъ Индѣйскимъ океаномъ. Съ другой стороны, надъ сушей число ихъ часто повышается до 3000—4000. Въ такихъ большихъ городахъ, какъ Лондонъ, Парижъ, Эдинбургъ, гдѣ въ воздухъ поступаютъ въ большомъ количествѣ продукты жизни и продукты горѣнія, нижніе слои атмосферы оказываются настолько загрязненными, что въ нѣкоторыхъ случаяхъ въ одномъ кубич. сантиметрѣ воздуха насчитывали до 150,000 пылевыхъ частицъ.

По мѣрѣ поднятія вверхъ отъ уровня моря, содержаніе пыли въ воздухѣ довольно правильно уменьшается. На основаніи наблюденій, произведенныхъ на Bieshorn'ѣ, Фридландеръ даетъ слѣдующую таблицу ея убыванія:

Высота надъ уровн. моря.	Число частичекъ въ 1 к. сант.
2000 м.	950
2500 „	480
2650 „	513
3230 „	406
3555 „	257
4050 „	219
4150 „	157

Общее правило паденія пылевыхъ частичекъ въ воздухѣ, въ зависимости отъ высоты надъ уровнемъ моря, можно выразить въ слѣдующей простой формѣ: поднятію на каждые 900 м. соотвѣтствуетъ уменьшеніе числа частицъ

на 1/5. Нечего говорить о томъ, какое значеніе имѣетъ этотъ фактъ въ вопросѣ о пользѣ горныхъ санаторій для лѣченія легочныхъ и другихъ болѣзней.

Лордъ Ралей (Rayleigh) показалъ, что эти мельчайшія пылевыя частички воздуха, разсѣевая короткія волны свѣта въ лучахъ, принадлежащихъ къ фіолетовому краю спектра, обусловливаютъ собою голубой цвѣтъ неба; потому то при поднятіи вверхъ, вслѣдствіе постепеннаго уменьшенія числа пылевыхъ частицъ, небо кажется намъ все болѣе и болѣе чернымъ.

ГЛАВА III.

Давленіе и вѣсъ атмосферы.

Когда, мы еще дѣтьми, знакомимся съ физическими законами, до которыхъ прежніе мыслители доходили иногда трудами цѣлой жизни, мы узнаемъ тотъ фактъ, что воздухъ имѣетъ вѣсъ и производитъ давленіе.

Открытіе барометра, или измѣрителя вѣса воздуха, представляетъ романтическую главу въ исторіи естествознанія.

Около 1643 г. нѣсколько флорентійскихъ садовниковъ замѣтили, что имъ не удается поднять воду въ насосѣ выше тридцати трехъ футовъ. Въ то время всюду принималось за аксіому, что „природа боится пустоты“, и такое отклоненіе со стороны природы казалось совершенно необъяснимымъ. Когда извѣстили объ этомъ Галилея, который былъ тогда уже раздраженъ на свѣтъ, отвергшій его величайшія открытія, то онъ саркастически замѣтилъ, что природа, очевидно, не чувствуетъ отвращенія къ пустотѣ, находящейся выше тридцати трехъ футовъ. Ученикъ его, Торричелли, однако не удовлетворился такимъ поверхностнымъ объясненіемъ и съ проницательностью геніальнаго человѣка предположилъ, что столбъ воды, въ тридцать три фута высотою, какъ разъ уравновѣшиваетъ

подобный же столбъ воздуха, простирающійся отъ поверхности воды до предѣловъ атмосферы. Принявъ во вниманіе, что ртуть въ тринадцать разъ тяжелѣе воды, Торричелли рѣшилъ, что, если его предположеніе вѣрно, ртутный насосъ подниметъ ртуть не выше тридцати дюймовъ. Онъ наполнилъ ртутью длинную стеклянную трубку, закупорилъ ее съ одного конца, заткнулъ пальцемъ открытый конецъ, и перевернулъ ее надъ чашкою со ртутью. Результатъ подтвердилъ истинность его предположеній: ртуть въ трубкѣ опустилась до высоты 30 дюймовъ, а сверху, надъ нею въ трубкѣ получилась, такъ называемая, Торричелліева пустота.

Этотъ приборъ и есть существенная часть ртутнаго барометра, который въ настоящее время служитъ намъ для измѣренія того, что мы называемъ атмосфернымъ давленіемъ.

Терминъ *давленіе*, а не *вѣсъ*, употребляется здѣсь потому, что воздухъ такъ же, какъ и всѣ жидкости, давитъ не только по направленію внизъ, но одинаково во всѣхъ направленіяхъ.

Что это такъ, можно легко показать при помощи простого опыта: прикрывъ отверстіе стклянки, наполненной водою, листомъ бумаги и опрокинувъ ее, мы увидимъ, что вода не выльется: воздухъ будетъ прижимать бумажку къ стклянкѣ давленіемъ снизу вверхъ.

При измѣреніи вѣса воздуха никакъ нельзя упускать изъ вида того, что, будучи упругимъ, воздухъ оказывается вблизи земной поверхности болѣе сжатымъ, а слѣдовательно и вѣситъ больше, чѣмъ въ болѣе высокихъ слояхъ.

На уровнѣ моря барометръ обыкновенно стоитъ на высотѣ тридцати дюймовъ(760 миллим.), при 0^0 С; столбъ ртути высотою въ тридцать дюймовъ, опирающійся на поверхность въ одинъ квадратный дюймъ, вѣситъ 16,1 русскихъ фунтовъ. Отсюда, зная, что ртуть въ 13,6 раза плотнѣе воды и что плотность воздуха составляетъ 0,00129 плотности воды, легко узнать

вѣсъ куб. фута чистаго сухого воздуха; онъ будетъ равняться приблизительно $8^1/_2$ зол. (1 куб. метръ воздуха вѣситъ около $^1/_5$ кил.). На вершинѣ горы въ $5^1/_2$ килом. высотою кубическій футъ воздуха будетъ уже вѣсить вдвое меньше. Вѣсъ водянаго пара при тѣхъ же условіяхъ будетъ только 22 грамма; изъ этого понятно, что, когда къ сухому воздуху примѣшиваются водяные пары, получается болѣе легкая смѣсь, т. е. влажный воздухъ вѣситъ меньше, чѣмъ сухой.

Вѣсъ атмосферы долженъ быть постоянно принимаемъ въ разсчетъ.

Если представить себѣ, что воздухъ атмосферы замѣненъ водою, то, чтобы эта водная оболочка оказывала давленіе, равное давленію атмосферы, понадобился бы слой ея толщиною въ 10 м.: очевидно, давленіе его на поверхность было бы весьма значительное. Вестминстерская зала одна заключаетъ въ себѣ 75 тоннъ воздуха (тонна=62 пудамъ). Что касается вѣса всей массы воздуха, составляющей земную атмосферу, то по разсчетамъ сера Джона Гершеля (John Herschel) онъ равняется приблизит. $5^1/_4$ трилліонамъ килогр. (13 трилліон. русск. фунт.).

Временныя измѣненія атмосфернаго давленія, отмѣчаемыя поднятіемъ и опусканіемъ барометра, несомнѣнно, отражаются на нѣкоторыхъ чувствительныхъ людяхъ, а постоянное пониженное давленіе при поднятіяхъ на горы, или полетахъ на воздушномъ шарѣ, причиняетъ людямъ, и животнымъ даже особую, такъ называемую, *горную болѣзнь* (mal de montagne).

Съ другой стороны, найдено, что высокое давленіе, испытываемое, напр., въ водолазныхъ колоколахъ, или въ Ватерлооскомъ туннелѣ, гдѣ рабочіе должны работать подъ давленіемъ двухъ и даже болѣе атмосферъ, вызываетъ особый родъ паралича.

Чтобы дать общее понятіе объ убыли давленія при подъемѣ надъ уровнемъ моря, гдѣ барометръ стоитъ на 30 дюймахъ, приведемъ слѣдующую таблицу, въ которой данныя отнесены къ средней температурѣ и средней влажности:

Давленіе.	Высота въ метрахъ.
30 дюймовъ *)	0
29 „	277½
28 „	564
27 „	860
26 „	1165
25 „	1480
24 „	1793
23 „	2106
22 „	2485
21 „	2845
20 „	3218
18 „	4017
16 „	4880

На высотѣ 5½ килом. давленіе почти вдвое меньше, чѣмъ на уровнѣ моря.

Изъ приведенныхъ цифръ видно, что въ болѣе низкихъ слояхъ атмосферы подъемъ, соотвѣтствующій паденію барометра на 1 дюймъ, меньше, чѣмъ въ болѣе высокихъ. Въ самомъ дѣлѣ, атмосфера вблизи поверхности земли сжата сильнѣе, такъ что въ то время, какъ одинъ дюймъ ртути соотвѣтствуетъ сначала вѣсу атмосфернаго столба около 280 м., на высотѣ около 5000 м. одинъ дюймъ соотвѣтствуетъ вѣсу столба въ 450 м. (приблизит.), и чѣмъ выше, тѣмъ эта цифра будетъ дѣлаться все больше и больше.

Если бы на всѣхъ высотахъ одному дюйму (25½ м.м.) ртутнаго столба соотвѣтствовало бы 277½ м. атмосферной высоты, предѣлъ ея оказался бы приблизительно на высотѣ 8000 м.; этотъ теоретическій предѣлъ называется высотою однородной атмосферы.

---

*) Въ виду наглядности этой таблицы я, какъ и въ нѣкоторыхъ другихъ мѣстахъ, не перечислилъ дюймы давленія на миллиметры (1 дюймъ=25,4 mm.). *Прим. ред.*

Сравнивая атмосферу съ океаномъ находимъ, что объемъ первой (если ея высоту считать равной 150 километрамъ) въ 65 разъ больше объема втораго; между тѣмъ какъ масса атмосферы въ 300 разъ меньше массы океана. На средней глубинѣ океана, т. е. на глубинѣ $1^1/_4$ километра, давленіе достигаетъ 320 атмосферъ.

Барометрическое давленіе постоянно претерпѣваетъ измѣненія. Нѣкоторыя изъ измѣненій случайны и зависятъ отъ прохожденія, такъ называемыхъ циклоновъ и антициклоновъ, въ которыхъ воздухъ движется вокругъ двигающихся центровъ. Другія измѣненія періодичны. Таковы годовыя колебанія, завершающія свой періодъ въ теченіе одного года и стоящія въ связи съ пріуроченными къ разнымъ временамъ года переносами воздуха съ одного полушарія на другое, или съ моря на сушу и обратно. Третьи измѣненія, завершаютъ свой періодъ въ одни сутки и зависятъ отъ нагрѣванія воздуха солнцемъ впродолженіе дня и охлажденія его ночью. Наконецъ, бываютъ иногда кратковременныя, почти правильно наступающія измѣненія давленія на большихъ районахъ, которыя пока остаются для насъ таинственными и еще ждутъ своего объясненія. Таковы, напримѣръ, недавно отмѣченныя Еліотомъ (Eliot), пятидневныя колебанія давленія въ Индіи. Измѣненія давленія по временамъ года, такъ же какъ и общее распредѣленіе давленія въ связи съ зависящими отъ нихъ явленіями, будутъ предметомъ слѣдующихъ главъ.

Суточныя измѣненія барометрическаго давленія, зависящія отъ усиленія, или ослабленія, нагрѣвающаго дѣйствія солнца, какъ и слѣдовало ожидать, достигаютъ наибольшихъ предѣловъ подъ тропиками, доходя, напр. въ Калькуттѣ, до 3 миллим. Чѣмъ дальше мы подвигаемся по направленію къ полюсу, тѣмъ слабѣе дѣлаются отклоненія, и въ Гринвичѣ, напр., максимумъ ихъ равняется $^1/_2$ м.м., что составляетъ лишь $^1/_6$ того, что наблюдается подъ тропиками. Еще ближе къ полюсу отклоненія совсѣмъ исчезаютъ. Между тропиками неправиль-

ныя измѣненія барометрическаго давленія, причиняемыя прохожденіемъ бурь, весьма слабы и рѣдки; суточныя колебанія тамъ замѣтнѣе всякихъ другихъ и совершаются съ такою правильностью, что Броунъ (Broun), наблюдатель Тревэндрумской обсерваторіи въ Остъ-Индіи: недавно сообщалъ, что можетъ опредѣлить часъ дня по высотѣ барометра. Поднятіе и паденіе ртутнаго столба происходятъ по два раза въ сутки, причемъ наибольшая высота стоянія его приходится въ 10 ч. утра и въ 10 часовъ вечера, а наименьшая — въ 4 часа по полуночи и 4 же часа по полудни. Причины этихъ колебаній пока еще не вполнѣ опредѣлены; они несомнѣнно зависятъ отъ дѣйствія солнца, однако окончательный результатъ опредѣляется сочетаніемъ различныхъ движеній воздуха. Въ умѣренныхъ поясахъ дневныя колебанія давленія такъ малы, что совсѣмъ почти теряются въ тѣхъ, гораздо болѣе сильныхъ, колебаніяхъ, которыя вызываются прохожденіемъ циклоновъ и нерѣдко достигаютъ величины 25 или 50 mm. ртутнаго столба. Барометрическія карты, на которыхъ изображены *изобары*, или линіи равнаго барометрическаго давленія, будутъ разсмотрѣны въ 5-й главѣ.

Барометръ, между прочимъ, примѣняется на практикѣ для опредѣленія высоты того или другого мѣста надъ уровнемъ моря. Наука объ измѣреніи высотъ этимъ способомъ называется гипсометріей (отъ греческихъ словъ hypsos, высокій и metron, мѣра). Мы уже видѣли, что давленіе атмосферы по мѣрѣ поднятія вверхъ въ извѣстной пропорціи все больше и больше падаетъ. Существуютъ формулы, при помощи которыхъ можно по давленію, при извѣстныхъ условіяхъ влажности, температуры и пр., опредѣлять высоты. Для грубыхъ и скорыхъ опредѣленій можетъ служить слѣдующее правило, дающее приблизительныя, но довольно хорошіе результаты:

„Разница уровней двухъ высотъ въ метрахъ равна разности ихъ барометрическихъ давленій въ дюймахъ, раздѣ-

ленной на ихъ сумму и умноженной на 16.995 (въ томъ случаѣ, когда температура обоихъ мѣстъ въ среднемъ около $15^{1}/_{2}{}^{0}$ C)“.

Если средняя температура двухъ мѣстъ выше $15^{1}/_{2}$ C, то множитель долженъ быть увеличенъ на 20, соотвѣтственно каждому градусу этого излишка, если же она ниже $15^{1}/_{2}{}^{0}$, то множитель надо настолько-же уменьшить. Такъ, если на болѣе низкомъ уровнѣ имѣемъ 30,15 дюмовъ давленія при $18^{1}/_{3}$ C., а на высшемъ—28,67 дюймовъ при 150, то небольшой арифметическій разсчетъ дастъ намъ разность высотъ въ 429 метровъ.

ГЛАВА IV.

Температура атмосферы.

Температура атмосферы принадлежитъ къ тѣмъ условіямъ нашей жизни, въ которыхъ мы заинтересованы самымъ непосредственнымъ образомъ, независимо отъ научныхъ соображеній. Наиболѣе обыкновенныя формы привѣтствія при встрѣчѣ на улицѣ включаютъ фразы: „какой сегодня холодъ!“, или „сегодня теплѣе, чѣмъ вчера“, „теперь, я думаю, мы будемъ имѣть настоящую теплую погоду“ и т. п. Во всѣхъ этихъ выраженіяхъ дѣло идетъ о температурѣ воздуха, такъ какъ онъ является тою, соприкасающеюся съ нами, средою, отъ которой, главнымъ образомъ путемъ проведенія, мы получаемъ ощущенія тепла и холода. Говоря о температурѣ, мы должны прежде всего постараться уяснить себѣ, что собственно мы разумѣемъ подъ этимъ терминомъ. Мы знаемъ, что теплота, какъ говоритъ Тиндаль, есть „родъ движенія“, вибрація крошечныхъ молекулъ даннаго тѣла. Знаемъ мы также, что лишь только этотъ родъ движенія сообщенъ данному тѣлу путемъ такъ называемой радіаціи, какъ оно въ свою очередь спѣшитъ передать его другимъ тѣламъ, находящимся по сосѣдству, приводя ихъ частички въ подобное же состояніе колебанія. Происходитъ собственно круговой обмѣнъ и *температура каждаго тѣла измѣряетъ ту скорость, съ какой оно теряетъ теплоту, передавая ее окружающимъ тѣламъ, или пріобрѣтаетъ ее отъ окружаю-*

щихъ тѣлъ. Скорость эта зависитъ отъ теплоемкости тѣла и отъ его способности поглощать и испускать тепловые лучи; всѣ эти свойства у разныхъ тѣлъ бываютъ различны.

Что касается атмосферы, то для лучей, идущихъ отъ солнца, способность излученія превосходитъ способность поглощенія, но для теплоты, лучеиспускаемой обратно землею, способность поглощенія значительно превосходитъ способность лучеиспусканія. Въ концѣ концовъ, такимъ образомъ у нижнихъ слоевъ атмосферы способность поглощенія лучей всякаго рода приблизительно въ 2,3 раза больше, чѣмъ способность излученія.

Благодаря этому свойству атмосферы мы можемъ сохранять въ себѣ достаточную степень теплоты. Въ противномъ случаѣ, т. е. если бы мы были лишены драгоцѣннаго воздушнаго покрова, намъ пришлось бы дрожать при температурѣ —95°С., какова вѣроятно средняя температура на поверхности луны. Единственно, что можно было бы тогда сказать въ пользу этой температуры, это то, что она все же была бы на 185° С. выше той, которая наступила бы въ случаѣ полнаго охлажденія солнца.

Температура атмосферы обусловливается главнымъ образомъ солнечной радіаціей, которая задерживается землею, частью ею отражается, частью лучеиспускается обратно черезъ атмосферу въ межпланетное пространство. Температура атмосферы есть *производная* радіаціи.

Поэтому, прежде чѣмъ говорить о температурѣ, необходимо разсмотрѣть, какъ дѣйствуетъ радіація на атмосферу, такъ какъ условія, управляющія радіаціей, сходнымъ образомъ вліяютъ и на температуру атмосферы.

Когда солнечная радіація достигаетъ поверхности земли, отъ которой, главнымъ образомъ, зависитъ температура нижняго слоя атмосферы, то ея нагрѣвающее дѣйствіе на данную площадь зависитъ: 1) отъ угла паденія, или угла, образуемаго линіей, опредѣляющей положеніе солнца, съ площадью горизонта, и 2) отъ толщины слоя

проходимаго черезъ атмосферу. Представимъ себѣ опредѣленный пучекъ солнечныхъ лучей и мы увидимъ, что онъ покроетъ большую или меньшую поверхность, въ зависимости отъ наклона его паденія. Такъ, въ приложенной діаграммѣ (рис. 1).

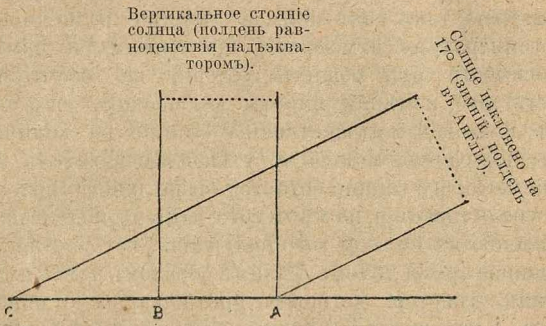


Рис. 1.

одинъ и тотъ же пучекъ лучей въ одномъ случаѣ сконцентрированъ на линіи AB, а въ другомъ занимаетъ линію AC.

Слѣдовательно, земля получаетъ наибольшее количество теплоты, когда солнце находится въ наивысшемъ положеніи надъ горизонтомъ и бросаетъ на землю наиболѣе вертикальные лучи. На протяженіи отдѣльнаго дня, поверхность земли получаетъ въ полдень больше тепла, чѣмъ въ какое бы то ни было другое время дня (почти въ 4 раза больше, чѣмъ въ 10 ч. утра или въ 2 ч. днемъ). Лѣтомъ, когда солнце съ самаго восхода и въ теченіе цѣлаго дня стоитъ выше надъ горизонтомъ, чѣмъ зимою, количество теплоты, получаемое земной поверхностью, также больше. Оба эти обстоятельства повсюду на поверхности земного шара должны дѣйствовать совмѣстно. Направившись къ экватору, или къ полюсу, со скоростью 11½ килом. въ сутки и мѣняя такимъ образомъ широту, мы могли бы вовсе

устранить связанныя съ временемъ года измѣненія въ наклоненіи солнца надъ горизонтомъ и получать, такимъ образомъ, за сутки постоянно то же самое количество солнечной радіаціи. Однако намъ не удается при этомъ пользоваться постоянно тою же самою среднею температурою, такъ какъ прямое дѣйствіе солнечной радіаціи на температуру атмосферы претерпѣваетъ измѣненія въ зависимости отъ общихъ условій на всемъ полушаріи. Кромѣ того, измѣняя широты, мы вводимъ еще одинъ факторъ, имѣющій могущественное вліяніе на количество теплоты, получаемое землею за сутки, а именно, *время*, въ продолженіе котораго солнце остается выше линіи горизонта. Время это увеличивается, по мѣрѣ того, какъ мы подвигаемся по направленію къ полюсу того полушарія, которое наслаждается въ данное время лѣтомъ. Такимъ образомъ здѣсь имѣются два вліянія, дѣйствіе которыхъ противоположно: одно — общій уголъ, подъ которымъ солнце находится надъ горизонтомъ, уменьшающійся по мѣрѣ удаленія отъ экватора и другое — продолжительность дня, возрастающая при удаленіи отъ экватора. Соединенное дѣйствіе обоихъ вліяній должно создать максимумъ нагрѣванія на одной изъ среднихъ широтъ.

Этотъ важный вопросъ былъ рѣшенъ фактически работами нѣсколькихъ физиковъ, между которыми назовемъ Ламберта (Lambert), Пуассона (Poisson) и Мича (Meech). Послѣдній нашелъ, что въ среднемъ за весь годъ, какъ и можно было ожидать, на экваторъ падаетъ больше теплоты, чѣмъ на другія мѣста. Если возьмемъ шесть лѣтнихъ мѣсяцевъ сѣвернаго полушарія, то окажется, что за это время мѣста, лежащія на 25° къ сѣверу отъ экватора (сѣверная Остъ-Индія) получаютъ больше теплоты, чѣмъ экваторъ. Если далѣе ограничиться только тремя мѣсяцами лѣта въ собственномъ смыслѣ этого слова, т. е. временемъ отъ 7-го мая по 7-е августа, то наибольшее количество теплоты за это время получаетъ 41° сѣв. шир., а за время отъ 31 мая до 16 іюля сѣверный полюсъ получаетъ больше теплоты

чѣмъ какое бы то ни было другое мѣсто на земномъ шарѣ. Само собою разумѣется, что температура на полюсѣ не отвѣчаетъ такому нагрѣванію: вліяніе солнечной радіаціи на общую температуру атмосферы, обыкновенно, сказывается позднѣе приблизительно на мѣсяцъ; а вблизи полюса теплота идетъ, главнымъ образомъ, на плавленіе скопленій арктическаго льда и на поднятіе температуры воды. Тѣмъ не менѣе, благодаря такому благопріятному положенію, тамъ температура выше, чѣмъ это было бы при другихъ условіяхъ.

Прибавимъ къ этому, что изъ всего количества теплоты проникающаго въ атмосферу, до поверхности земли достигаетъ только извѣстный процентъ, величина котораго зависитъ отъ угла стоянія солнца надъ горизонтомъ такъ, какъ съ этимъ условіемъ связана длина того пути, который проходятъ лучи черезъ атмосферу. Это видно изъ прилагаемаго чертежа, гдѣ въ зависимости отъ угла паденія они проходятъ пути AP, BP или CP. (рис. 2).

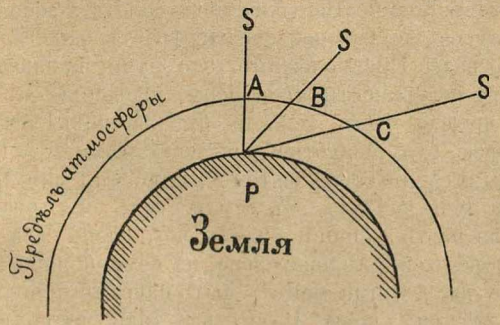


Рис. 2.

Это обстоятельство дѣлаетъ еще болѣе рѣзкою ту разницу въ нагрѣваніи, которая происходитъ отъ измѣненій угла стоянія солнца въ разные часы дня и въ разныя времена года, особенно, когда солнце приближается къ горизонту.

Прямыя наблюденія надъ солнечной теплотой, съ большимъ успѣхомъ производимыя проф. Ланглеемъ въ Вашингтонѣ посредствомъ прибора, извѣстнаго подъ именемъ актинометра, показали, что при вертикальномъ паденіи теплоты 25% ея поглощаются прежде, чѣмъ она достигнетъ земли, (Ланглей считаетъ даже 40%, но по нѣкоторымъ соображеніямъ это сомнительно). Въ томъ случаѣ, если лучи солнца падаютъ подъ угломъ въ 50^0, до земли доходитъ вмѣсто 75% всей теплоты только 64%, а при углѣ въ 10^0—только 16%. Подобнымъ же образомъ измѣняется и количество достигающаго земной поверхности свѣта. При восходѣ и при закатѣ солнце свѣтитъ съ силою, въ 1345 разъ меньшею чѣмъ тогда, когда оно находится въ зенитѣ.

Переходя къ исчисленію дѣйствительнаго количества тепла, получаемаго нами отъ солнца, мы видимъ, что оно во много разъ превосходитъ то, которое мы можемъ получать при помощи какихъ бы то ни было искусственныхъ источниковъ. Количество солнечной теплоты можно измѣрять температурою, до которой она нагрѣваетъ опредѣленное количество воды. Предположимъ, что лучи, падающіе вертикально на поверхность атмосферы, площадью въ 1 квадр. метръ, прежде чѣмъ теплота ихъ начнетъ поглощаться атмосферою, будутъ употреблены на нагрѣваніе 30 кил. воды, они подымутъ при этомъ ея температуру въ 1 минуту на 1^0 С.

Пока лучи дойдутъ до земли, какъ мы уже видѣли, четвертая часть радіаціи будетъ поглощена или разсѣяна въ атмосферѣ, и, слѣдовательно, на земной поверхности въ 1 минуту на 1^0 С ими можетъ быть нагрѣто приблизительно только $22^1/_2$ кил. воды. Но это все таки даетъ слабое понятіе о томъ, какое громадное количество тепла попадаетъ на землю или на облака. Количество теплоты, попадающее въ одну минуту на одинъ квадратный километръ земной поверхности, достаточно для того, чтобы нагрѣть 210 тоннъ воды отъ точки замерзанія до кипѣнія.

Если бы солнечная теплота непрерывно проникала до

поверхности земли, то все ея количество, получаемое землей за годъ, было бы достаточно, чтобы растопить слой льда, одѣвающій весь земной шаръ толщею болѣе 55 м.

Одинъ писатель слѣдующимъ простымъ и остроумнымъ образомъ выражаетъ общее дѣйствіе различныхъ количествъ тепла, получаемаго землею, въ зависимости отъ высоты солнца надъ горизонтомъ.

„Представимъ себѣ, что вся земля это—одна громадная конюшня, заставленная лошадьми; допустимъ дальше, что разстановка лошадей мѣняется въ соотвѣтствіи съ измѣненіемъ угла паденія солнечныхъ лучей, въ зависимости отъ временъ года и широтъ, такъ что лошади то стоятъ плотнѣе, то рѣже, но при этомъ нигдѣ тѣнь отъ одной лошади не ложится на ея сосѣдку и нигдѣ не остается незатѣненныхъ пространствъ. Тогда все количество падающей на землю солнечной теплоты, если ее перевести на лошадиныя силы, будетъ соотвѣтствовать непрерывной, постоянно доведенной до послѣдней степени напряженія, работѣ всѣхъ этихъ лошадей“.

Часть этой тепловой энергіи, безъ сомнѣнія, превращается въ механическую работу, проявляющуюся въ вѣтрахъ, дождяхъ, теченіи рѣкъ, но огромная ея доля остается для насъ совершено безполезною. И ясно, какъ недавно показали лордъ Кельвинъ (Kelvin) и Эдисонъ (Edison), что мы имѣемъ громадный, пока еще почти не тронутый, запасъ силы, которымъ можемъ воспользоваться, когда появятся симптомы истощенія нашихъ запасовъ каменнаго угля.

Мы не упоминали до сихъ поръ еще объ одномъ вліяніи, именно, объ измѣненіи разстоянія между землей и солнцемъ, которое въ декабрѣ меньше, чѣмъ въ іюнѣ. Теоретически это вліяніе должно быть незначительнымъ. Практически оно маскируется тѣмъ, что въ южномъ полушаріи слишкомъ много воды, вслѣдствіе чего оно отвѣчаетъ значительно медленнѣе на повышеніе теплоты, чѣмъ земли сѣвернаго полушарія; такъ на 20° юж. шир. гдѣ вліяніе это

достигаетъ maximum'а, оно вызываетъ повышеніе температуры, составляющее лишь $^1/_{16}$ той температуры, которая была бы, еслибы разстояніе между солнцемъ и землею не мѣнялось.

Температура атмосферы создается видоизмѣненными солнечными лучами, накопленными въ различныхъ предметахъ земной поверхности, эти послѣдніе, прежде чѣмъ разсѣять лучи назадъ черезъ атмосферу, передаютъ ихъ путемъ лучеиспусканія одинъ къ другому; поэтому термическіе періоды атмосферы всегда *отстаютъ* отъ періодовъ непосредственной радіаціи. Такъ наивысшая температура сутокъ бываетъ не въ полдень, но часъ, или два, спустя. Подобнымъ же образомъ высшая температура года приходится въ среднемъ на 1 мѣсяцъ позже средины лѣта; тоже наблюдается и относительно низкихъ температуръ. На полюсѣ, гдѣ дни и ночи тянутся по полгода, наиболѣе холоднымъ мѣсяцемъ въ сѣверномъ полушаріи является февраль или мартъ. Въ томъ случаѣ, если солнечные лучи падаютъ на воду, или вообще на почву влажную по природѣ, то теплота проходитъ вглубь черезъ верхній слой и потому здѣсь для нагрѣванія обязательно требуется болѣе продолжительное время. Если, какъ обыкновенно бываетъ, происходитъ при этомъ испареніе извѣстной части воды, то на превращеніе какого нибудь количества ея въ паръ требуется въ 500 разъ больше тепла, чѣмъ на поднятіе температуры того же количества на 1^0C. Слѣдовательно, не только суточныя и сезонныя колебанія температуры воздуха надъ океанами должны быть меньше, чѣмъ надъ материками, но кромѣ того высшая годовая температура въ морскихъ областяхъ должна наблюдаться 42 днями позже средняго дня лѣта, тогда какъ въ глубинѣ материковъ это запозданіе уменьшается до 25 дней.

Эта медленность поднятія и паденія температуры большихъ массъ воды объясняетъ намъ, почему на островахъ и побережьяхъ, сравнительно съ внутренними частями материковъ, наблюдается болѣе равномѣрная температура атмосферы. Эта особенность водъ оказываетъ громадное

вліяніе, опредѣляя измѣненіе вѣтровъ и всего характера погоды лѣтомъ и зимою, надъ океанами и надъ материками.

Первыя измѣренія атмосферной температуры, подобно тому какъ и первыя наблюденія съ телескопомъ, были сдѣланы Галилеемъ. Въ 1597 г. онъ изобрѣлъ первый термометръ съ жидкостью.

Приборъ состоялъ изъ наполненнаго воздухомъ стекляннаго шарика, который переходитъ внизу въ длинную стеклянную трубку, погруженную въ сосудъ съ окрашенною жидкостью. Измѣненія объема заключеннаго въ шарикѣ воздуха, заставляли жидкость въ трубкѣ то подниматься, то опускаться; къ трубкѣ прикрѣплялась условная шкала. Позднѣе въ 1611 г. Галилей изобрѣлъ спиртовый термометръ, который и былъ принятъ въ то время флорентійцами.

Оказывается, что еще потребовалось не мало времени, чтобы опредѣлить точку 0^0 и какую-нибудь другую постоянную точку, которыя дали бы возможность раздѣлить шкалу на градусы. Ньютонъ предложилъ шкалу, въ которой за 0^0 принималась точка замерзанія воды, а температура крови здороваго человѣка—за 12^0. Затѣмъ Фаренгейтъ (Fahrenheit),—шкалы котораго англичане съ свойственнымъ имъ консерватизмомъ придерживаются до сихъ поръ, не смотря на то, что повсюду на континентѣ и въ физическихъ изслѣдованіяхъ пользуются шкалой Цельзія,—въ 1714 г. въ качествѣ постоянныхъ точекъ для термометра принялъ температуру крови и температуру замерзанія смѣси льда съ солью. Позднѣе остановились на температурѣ замерзанія и кипѣнія воды.

Въ отличіе отъ первыхъ флорентійскихъ термометровъ, современные спиртовые и ртутные термометры состоятъ изъ шарика и трубочки, частью наполненныхъ жидкостью, надъ которой находится возможно абсолютная пустота, вслѣдствіе чего жидкость можетъ почти совершенно свободно двигаться по трубкѣ вверхъ и внизъ.

Для измѣренія быстрыхъ колебаній температуры атмо-

сферы, необходимо имѣть термометры съ маленькими шариками; въ противномъ случаѣ вліяніе дѣйствія теплоты на жидкость значительно замедляется. Чтобы опредѣлить температуру воздуха въ тѣни, въ тѣхъ случаяхъ, когда трудно получить подходящія для того условія, достаточно точныя показанія получаются при помощи небольшого „пращевого термометра“. Для этого, привязавъ термометръ къ веревочкѣ, начинаютъ кругообразно вращать имъ, до тѣхъ поръ, пока онъ станетъ показывать неизмѣнно одну и ту же цифру. Для случаевъ болѣе постояннаго измѣренія, когда моментальность измѣренія не имѣетъ значенія, предпочитаются термометры съ большими шариками, такъ какъ при такомъ устройствѣ измѣненія, вызываемыя расширеніемъ самаго стекла, окажутся меньшими по отношенію къ объему всей ртути.

Въ настоящее время наши методы изслѣдованія такъ быстро двинулись впередъ, что, не довольствуясь двумя или тремя показаніями въ день, мы хотимъ знать, какимъ образомъ происходятъ непрерывныя измѣненія температуры воздуха въ мѣстахъ, гдѣ невозможно произвести непосредственныхъ наблюденій. Для этой цѣли употребляются самодѣйствующіе термографы, благодаря которымъ можетъ быть измѣряема температура атмосферы на горныхъ вершинахъ, доступныхъ для посѣщенія лишь по временамъ, или же просто въ верхнихъ слояхъ атмосферы, причемъ термометры подымаются туда при помощи или бумажнаго змѣя, или воздушныхъ шаровъ, свободныхъ и на привязи.

Разсматривая фактическія данныя въ томъ видѣ, въ каковомъ они существуютъ въ настоящее время, мы находимъ прежде всего, что, по мѣрѣ поднятія вверхъ отъ земной поверхности, температура атмосферы постоянно понижается. Это пониженіе температуры при подъемѣ измѣняется во-первыхъ, въ зависимости отъ широты мѣста и во-вторыхъ, среди горъ оно идетъ иначе, чѣмъ въ свободной атмосферѣ.

Какъ видно изъ поднятій на шарѣ Глайшера (Glaisher),

вблизи земной поверхности пониженіе температуры начинается со скоростью 4^0 на каждые 50 метровъ, затѣмъ его скорость уменьшается и на высотѣ около 3000 мет. она доходитъ приблизительно до 1^0С. на каждые 250 м.; въ суммѣ все пониженіе температуры атмосферы отъ уровня моря до высоты 3000 м. равняется 19^0 или въ среднемъ приблизительно 1^0 на 105 м. Если, слѣдовательно, мы примемъ для Лондона среднюю годовую температуру приблизительно въ 10^0, то область температуры замерзанія воды, или, другими словами, снѣговая линія, должна будетъ тамъ находиться на высотѣ приблизительно 1500 м. или въ свободной атмосферѣ немного выше горы Бэнъ-Невисъ *) (средняя температура на вершинѣ Бэнъ-Невиса около $0{,}8^0$ С.). Въ Англіи нѣтъ горъ подымающихся выше, потому мы и не имѣемъ на этихъ островахъ вѣчныхъ снѣговъ.

Въ Индіи начальная быстрота паденія гораздо больше; на первые 10 метровъ она равняется $^1/_{20}$ С., но дальше она уменьшается и на высотѣ 4500 ф. падаетъ до $^1/_{20}$ на 100 м. Въ среднемъ на станціяхъ, расположенныхъ вдали отъ Гималайскаго хребта, который, повидимому понижаетъ скорость паденія, она равняется приблизительно 1^0 С. на 150 метровъ.

Если мы возьмемъ сѣверозападную часть Гималаевъ, то тамъ средняя температура Лондона окажется на высотѣ 2900 м., гдѣ вообще годовыя колебанія температуры мало отличаются отъ того, что наблюдается въ Англіи.

Многія изъ Гималайскихъ санаторій расположены на высотѣ 1800—2000 м., гдѣ температура около 15^0 С. и климатъ очень сходенъ съ климатомъ Ривьеры, побережья моря между Марселемъ и Генуей.

Итакъ, если бы намъ вздумалось мѣнять климатъ, по крайней мѣрѣ по отношенію къ температурѣ, мы могли бы это сдѣлать, не мѣняя широты мѣста, такъ какъ въ среднемъ воздухъ дѣлается холоднѣе на 1^0 С. при поднятіи на 100 м. и наоборотъ дѣлается теплѣе на 1^0, если мы на такое

*) Высшая точка въ Шотландіи. *Прим. ред.*

же разстояніе спускаемся внизъ. Такъ какъ средняя температура на сѣверномъ полюсѣ около —18° С., а на экваторѣ колеблется между 26—32° С., то передвигаясь къ сѣверу, или къ югу, на 22 или 23 километра, мы тоже измѣняли бы температуру окружающей насъ атмосферы на 1° С.

Чтобы лучше понять эти соотношенія, предположимъ, что изъ различныхъ точекъ меридіана проведены вверхъ по направленію къ экватору кривыя, соединяющія точки атмосферы, на которыхъ въ теченіе цѣлаго года температура колеблется около опредѣленной средней (рис. 3). Понятно, что

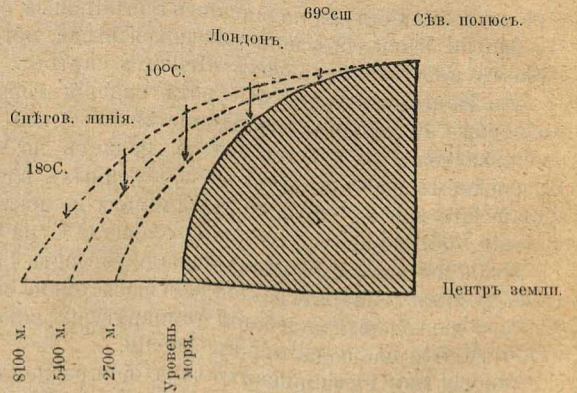


Рис. 3.

всѣ эти кривыя достигнутъ высшаго подъема на экваторѣ и что ихъ высота надъ каждой параллелью дастъ намъ понятіе о томъ, на какой высотѣ мы встрѣтимъ здѣсь среднюю годовую температуру, обозначаемую данною кривой.

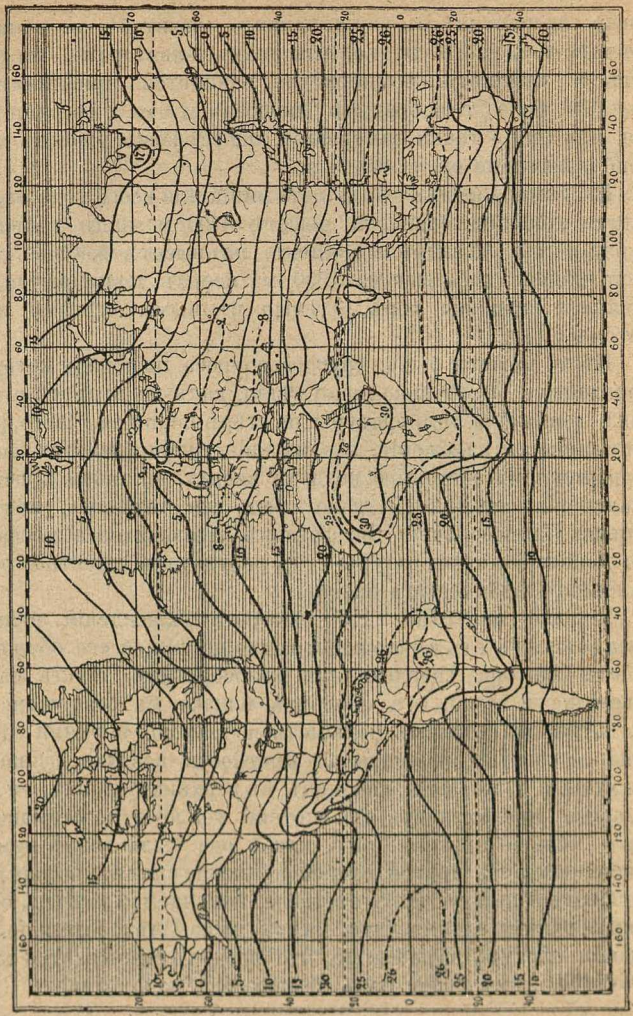
Вертикальная шкала надъ уровнемъ моря предста-

влена на рисункѣ въ увеличенномъ масштабѣ; во всякомъ случаѣ изъ него видно, что надъ экваторомъ на высотѣ 8 километр. температура равняется приблизительно—18°С. (т. е. температурѣ полюса) и что снѣговая линія, или линія точки замерзанія, пересѣкаетъ уровень моря приблизительно около 69° с. ш.

На гималайскихъ горахъ эта линія для всего года оказывается приблизительно на высотѣ 4700 м. надъ уровнемъ моря, а для лѣтнихъ мѣсяцевъ, на высотѣ 5.400 м. Надъ этой линіей здѣсь еще на 3.350 м. вверхъ подымаются высочайшія вершины горъ, одѣтыя вѣчными снѣгами даже лѣтомъ.

Нѣтъ, можетъ быть, другого вопроса, по поводу котораго выражалось бы столько недоумѣнія, какъ по вопросу о причинѣ пониженія температуры, по мѣрѣ поднятія. Часто, ради популярности изложенія, это паденіе приписывается болѣе разрѣженному состоянію воздуха вверху, но такая простота объясненія оставляетъ дѣло столь же темнымъ, какъ и раньше. Какъ большинство фактовъ, касающихся атмосферы, это пониженіе температуры есть результатъ дѣйствія опредѣленнаго физическаго закона.

Хорошо извѣстно, что быстрота охлажденія всякаго тѣла зависитъ отъ совершенства изолирующей его оболочки, будетъ ли она твердою или газообразною. Возлѣ самой поверхности земли эта оболочка близка къ совершенству, но, когда мы станемъ подыматься вверхъ, верхняя половина, вслѣдствіе уменьшенія плотности воздуха, дѣлается все хуже и хуже, пока, наконецъ, въ верхнихъ слояхъ, ея способность предохранять отъ потери теплоты не становится вдвое меньше противъ того, какой она была возлѣ земной поверхности. Съ другой стороны, нижніе слои атмосферы поглощаютъ бо́льшую часть теплоты, излучаемой землею, оставляя верхнимъ слоямъ лишь малую долю. Слѣдовательно, два условія влекутъ за собою то, что воздухъ оказывается тѣмъ холоднѣе, чѣмъ выше надъ землею онъ находится.



Годовыя изотермы.

Рис. 4.

Распредѣленіе температуры атмосферы въ горизонтальномъ направленіи, какъ оно обыкновенно изслѣдуется, касается только нижняго ея слоя. Въ отличіе отъ барометра, который показываетъ намъ сумму давленій всѣхъ идущихъ вверхъ слоевъ, термометръ, помѣщенный вблизи уровня моря, даетъ только температуру того слоя, въ которомъ онъ самъ находится. Величина суточныхъ колебаній температуры и колебанія ея по временамъ года измѣняются въ зависимости отъ приморскаго, или континентальнаго, положенія мѣстности, а также отъ характера ея почвы: сухая она и каменистая, или влажная, покрытая наносами. Средняя температура, помимо широты, находится тоже въ сильной зависимости, какъ отъ только что названныхъ условій, такъ и отъ другихъ. Однако, общее распредѣленіе температуры положительнымъ образомъ указываетъ, что широта—одинъ изъ главныхъ факторовъ, вліяющихъ на среднюю годовую температуру. На картѣ (рис. 4) показано, какъ распредѣлена средняя годовая температура по поверхности земли въ нижнемъ слоѣ атмосферы; сдѣлано это при помощи линій, соединяющихъ мѣстности одинаковой средней температуры, такъ называемыхъ, изотермическихъ линій. Главное, на что слѣдуетъ здѣсь обратить вниманіе, это расширеніе площади между изотермами 25° С. на поверхности суши и съуженіе ея на поверхности моря, особенно въ Атлантическомъ океанѣ. Интересно также, что за каждымъ болѣе или менѣе рѣзкимъ подъемомъ линіи, особенно изотермы 20°С., по направленію къ полюсу, всегда слѣдуетъ паденіе ея въ противоположномъ направленіи. Это особенно замѣтно въ Калифорніи, Перу и Ю. З. Африкѣ и объясняется, какъ извѣстно, существованіемъ холодныхъ морскихъ теченій, направляющихся вдоль соотвѣтствующихъ береговъ къ экватору. Что касается западныхъ береговъ Европы, то направляющееся къ сѣверу теченіе Гольфстрема передвигаетъ изотермы 10°, 5° и 0° С. въ сѣверномъ направленіи. Такъ изотерма 10°С., которая нормально должна была бы проходить по широтѣ

40^0 и пересѣкаетъ островъ Нипонъ въ Японіи, располагается въ Европѣ на 10^0 дальше къ сѣверу, такъ что она проходитъ и черезъ Лондонъ. Такимъ образомъ, англичане на своихъ островахъ пользуются атмосферой, искусственно нагрѣтой на $6^1/_2{}^0$С. (широтѣ Лондона соотвѣтствуетъ изотерма (С., $4^1/_2{}^0$ выше, чѣмъ полагается по широтѣ мѣста. Несомнѣнно, что въ Перу, въ силу аналогичныхъ причинъ, температура держится на нѣсколько градусовъ ниже той, какая отвѣчаетъ широтѣ мѣста: холодное антарктическое теченіе (Гумбольдово), проходитъ вдоль перуанскихъ береговъ и охлаждаетъ нижній слой атмосферы.

Область наивысшей температуры находится тамъ, гдѣ огромныя пространства суши лежатъ вблизи экватора; наоборотъ, область наибольшаго холода пріурочена къ обширнымъ пространствамъ суши, какъ напр., Сѣв. Америка и сѣверъ Азіи, лежащимъ ближе къ полюсу.

Причина этого слишкомъ важна, чтобы пройти ее молчаніемъ.

Если одно и тоже количество солнечной теплоты падаетъ на одинаковыя площади суши и воды, то температура первой подымается въ четыре-пять разъ выше, чѣмъ температура второй.

При нагрѣваніи сухой земли тратится меньше тепловой энергіи на приведеніе частичекъ ея въ движеніе, чѣмъ при нагрѣваніи воды. Поэтому дѣйствіе во второмъ случаѣ оказывается болѣе скрытымъ, чѣмъ въ первомъ. При нагрѣваніи воды энергія, конечно, не пропадаетъ — этого не бываетъ нигдѣ и никогда въ мірѣ, — но большая часть ея переходитъ въ скрытое состояніе и потому температура оказывается ниже. Атмосфера скорѣе нагрѣвается отъ болѣе теплой (какъ обыкновенно говорится) суши, чѣмъ отъ болѣе холодной воды. Поэтому нижній слой атмосферы надъ сушей подъ сравнительно болѣе прямыми лучами солнца у экватора имѣетъ въ общемъ болѣе высокую температуру, чѣмъ слой, лежащій въ той же широтѣ надъ океаномъ. Такъ какъ

нагрѣваніе и охлажденіе суть процессы обратные, то понятно, что возлѣ полюсовъ между областями суши и воды должны существовать противоположныя отношенія.

Перемѣщеніе солнца изъ сѣверныхъ экваторіальныхъ широтъ въ южныя, зависящее отъ наклоннаго положенія земной оси къ плоскости, въ которой лежатъ центры солнца и планетъ, вызываетъ подобное же перемѣщеніе областей наибольшаго нагрѣванія земной поверхности то къ сѣверу, то къ югу отъ географическаго экватора. Впрочемъ, въ то время, какъ солнце мѣняетъ свое положеніе съ $23^1/_2{}^0$ сѣв. шир. до $23^1/_2{}^0$ южной, средняя линія наибольшей теплоты (тепловой экваторъ) совершаетъ меньшій путь, особенно надъ океанами. Надъ Тихимъ океаномъ, напримѣръ, это перемѣщеніе равняется только 15^0 — 20^0 широты. На Атлантическомъ оно еще меньше. На материкѣ, напр. въ Африкѣ, тепловой экваторъ перемѣщается на 43^0, въ Америкѣ—на 50^0, въ то время какъ въ Южной Азіи подымаясь лѣтомъ до пустынь Персіи на 33^0 сѣв. шир., зимою спускается на югъ не далѣе 10^0 южной широты; потому что тамъ нѣтъ суши, которая передвинула бы его южнѣе.

Общее распредѣленіе и перемѣщеніе температуръ можно, впрочемъ, лучше видѣть на прилагаемой (рис. 5) діаграммѣ, построенной на основаніи среднихъ цифръ, выведенныхъ покойнымъ Феррелемъ (Ferrel).

Изъ діаграммы ясно видны высшія годовыя колебанія въ сѣверномъ полушаріи и положеніе теплового экватора къ сѣверу отъ географическаго.

Однако, если бы мы предприняли путешествіе вокругъ земли на воздушномъ шарѣ, держась въ среднемъ на высотѣ около 1.500 м., то нашли бы очень мало признаковъ того распредѣленія теплоты, которое замѣчается возлѣ земной поверхности. Надъ экваторомъ намъ пришлось бы встрѣтить температуру приблизительно въ 19^0С. —пріятную лѣтнюю температуру Англіи; надъ Лондономъ, на той же высотѣ,

мы нашли бы около +1С., причемъ и суточныя колебанія и колебанія по временамъ года были бы гораздо менѣе замѣтны, чѣмъ вблизи поверхности земли.

Температура вблизи поверхности земли, или постоянно, или въ опредѣленные часы, отмѣчается и записывается

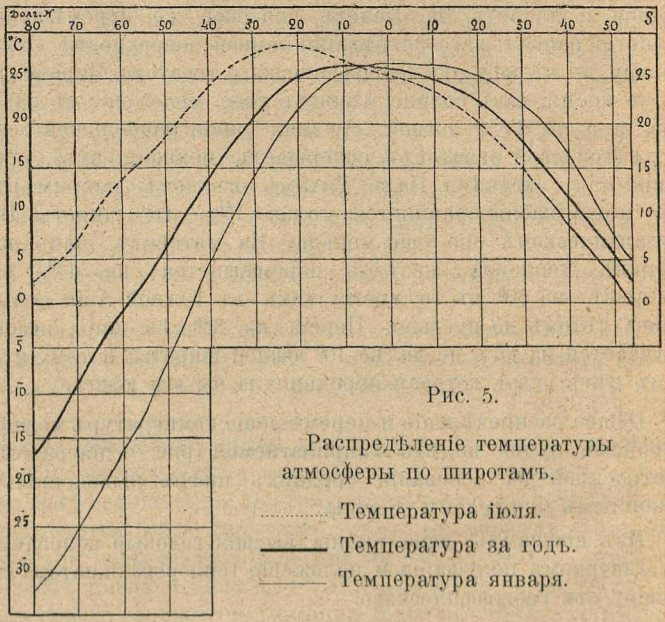


Рис. 5.

Распредѣленіе температуры атмосферы по широтамъ.

..... Температура іюля.

——— Температура за годъ.

——— Температура января.

съ помощью термометровъ и термографовъ, при чемъ для различныхъ цѣлей обращается особенное вниманіе на maximum'ы ея, minimum'ы и среднія для сутокъ (24 часа), для мѣсяцевъ въ 30 дней, для года или цѣлаго ряда годовъ.

Тамъ, гдѣ трудно производить постоянныя ежечасныя наблюденія, выбираются какіе нибудь три часа, но такъ

чтобы путемъ простой комбинаціи соотвѣтствующихъ имъ показаній получилась бы средняя дневная цифра, близкая къ найденной путемъ болѣе частыхъ наблюденій.

Такъ, показаніе термометра въ 9 ч. утра даетъ цифру весьма близкую къ средней температурѣ всѣхъ 24 часовъ. Можно также складывать цифры 6 часовъ утра, 2 ч. дня и 10 ч. вечера и дѣлить сумму на три, или брать maximum и minimum и дѣлить на два. Если употребляется самопишущій термографъ, среднее находятъ, дѣля на двое площадь, очерченную отмѣтчикомъ.

Maximum и minimum въ этомъ случаѣ будетъ соотвѣтствовать наивысшей и наинизшей точкѣ вычерченной приборомъ кривой, но обыкновенно для нахожденія ихъ пользуются особыми максимальными и минимальными термометрами.

Независимо отъ общаго распредѣленія среднихъ годовыхъ, показанныхъ на изотермической картѣ, температура нижняго слоя атмосферы, а въ меньшей степени и слоевъ, лежащихъ надъ нимъ, подвержена правильно-возвращающемуся циклу суточныхъ колебаній и колебаніямъ по временамъ года. Оба эти ряда измѣненій крайне важны для нашего общаго благосостоянія и комфорта, и въ высшей степени интересно знать, будутъ ли ихъ измѣненія подчиняться какому нибудь закону по мѣрѣ того, какъ мы будемъ передвигаться съ одного мѣста земной поверхности на другое. Какъ общее правило, найдено, что наибольшая разница въ температурѣ нижняго слоя атмосферы между днемъ и ночью наблюдается въ наиболѣе сухихъ мѣстностяхъ, лежащихъ въ глубинѣ материковъ, каковы, напримѣръ, Сахара, Аравія, Гоби, Райпутано, Колорадо и пр., гдѣ она часто доходитъ до 22^0; наименьшая же — на небольшихъ океаническихъ островахъ, такихъ, какъ Гонолулу, Кергуэленъ, Мадера, Бермудскіе и др., гдѣ она равняется $2{,}7^0$.

Въ Остъ-Индіи, представляющей величайшіе на землѣ контрасты между влажнымъ побережьемъ и сухою внутренностью, разницы дневной и ночной температуры достигаютъ въ Пэнджабѣ 17°—22°; въ центральныхъ провинціяхъ она равняется 11°—17°, въ Калькуттѣ около 9°, въ Бомбэѣ около 4½°, въ Пуэтъ-де-Галлѣ, на Цейлонѣ 3⅓°. Суточныя колебанія температуры становятся меньше по мѣрѣ того, какъ мы, держась приблизительно на одномъ и томъ же разстояніи отъ моря, будемъ подвигаться отъ экватора къ полюсу. Такъ, въ то время, какъ въ Коломбо разница между температурами ночи и дня равна 6° С., на берегу Ледовитаго океана, на 75° с. ш., она въ среднемъ немного меньше 2°. Даже въ Петербургѣ, окруженномъ большими пространствами суши, она равняется лишь 4°.

Причина этого очень проста. Измѣненія высоты стоянія солнца отъ восхода и до захода его, очевидно, болѣе значительны тамъ, гдѣ оно подымается выше надъ горизонтомъ, чѣмъ тамъ, гдѣ впродолженіи всего дня лучи его падаютъ на землю подъ сравнительно острымъ угломъ; на полюсахъ, гдѣ солнце разъ въ годъ заходитъ и разъ въ годъ восходитъ, суточныя колебанія совсѣмъ исчезаютъ.

Суточныя колебанія температуры воздуха становятся меньше также по мѣрѣ поднятія надъ уровнемъ моря. Такъ въ сѣверо-западныхъ Гималаяхъ, въ Муссаури (Mussourie) и Раникетѣ (Ranikhet) на высотѣ 1800 м. надъ уровнемъ моря среднія суточныя колебанія равняются лишь 7° и 8° С., тогда какъ въ Барейли (Bareilli) и Рурки (Roorkee), на прилегающихъ равнинахъ эти цифры уже возрастаютъ до 12½ и 13°. Причина этого намъ будетъ ясна, если мы припомнимъ, что теплота, получаемая втеченіе всего дня, поглощается сильнѣе плотнымъ воздухомъ вблизи уровня моря, чѣмъ разрѣженнымъ на горахъ. А слѣдовательно, такъ какъ теплота, получаемая вершинами горъ, болѣе свободно излучается въ пространство, воздухъ тамъ менѣе расширяется, чѣмъ въ прилежащихъ равнинахъ.

Втеченіе дня, такъ какъ воздухъ надъ равнинами отъ нагрѣванія поднимается вверхъ, приблизительно, на 7 м. съ каждымъ градусомъ, температура всей массы атмосферы повышается приблизительно до высоты 1800 м.

Между тѣмъ гора не можетъ расширять воздуха и надъ нею онъ остается относительно неподвижнымъ. Вслѣдствіе этого появляется теченіе воздуха по направленію къ вершинѣ горы, теченіе, подобное береговымъ бризамъ, дующимъ съ моря на берегъ. Оно несетъ съ собою болѣе холодную температуру воздушныхъ слоевъ того же уровня, лежащихъ въ свободной атмосферѣ, и тѣмъ охлаждаетъ воздухъ надъ горами.

Ночью, когда гора, представляющая условія болѣе энергичнаго излученія теплоты, быстро охлаждается сама и охлаждаетъ прилегающій къ ней воздухъ, послѣдній, благодаря повышенію своей плотности, стекаетъ по склонамъ ея внизъ, уступая мѣсто менѣе охлажденнымъ смежнымъ слоямъ воздуха, такъ что надъ горой температура опять таки не можетъ упасть слишкомъ низко.

Съ другой стороны, въ долинахъ, даже въ расположенныхъ на большихъ высотахъ, наблюдаются совершенно противоположныя явленія. Днемъ, благодаря полной защищенности атмосферы, солнечная теплота особенно сильно нагрѣваетъ нижній слой ея; ночью съ вершинъ окружающихъ горъ стекаетъ въ долины холодный воздухъ и сильно понижаетъ ночную температуру. Поэтому то въ Легѣ (Leh), который расположенъ въ одной изъ долинъ Тибета, на 3500 м. надъ уровнемъ моря, суточныя колебанія достигаютъ 16^0 С. Аналогичное же явленіе наблюдается и въ меньшихъ размѣрахъ; оно проявляется въ хорошо извѣстномъ фактѣ болѣе рѣдкихъ морозовъ на холмахъ, чѣмъ въ долинахъ.

Такимъ образомъ и атмосфера, и океанъ одинаково стремятся умѣрять температурныя колебанія, и тотъ, кто

строитъ свой домъ на вершинѣ горы, получаетъ тѣ же преимущества въ отношеніи температуры воздуха, какъ и живущій на островѣ или на берегу моря. Въ обоихъ случаяхъ умѣряются крайности температуры.

Наибольшее пониженіе температуры за сутки обыкновенно наблюдается незадолго передъ восходомъ солнца. Въ тропическихъ странахъ, какъ напр. въ Остъ-Индіи, гдѣ это пониженіе приходится какъ разъ за нѣсколько минутъ до восхода, оно часто является единственнымъ сноснымъ моментомъ за всѣ 24 часа. Наивысшая суточная температура почти повсюду на сушѣ бываетъ въ промежутокъ между 2 и 3 часами по полудня; колебанія въ этомъ отношеніи на одномъ и томъ же мѣстѣ зависятъ отъ времени года.

Однако важнѣйшая роль въ измѣненіи часа наступленія дневныхъ maximum'a и minimum'a температуры принадлежитъ положенію мѣста относительно океана.

Говоря кратко, чѣмъ мѣсто суше и континентальнѣе, тѣмъ эти maximum'ы и minimum'ы наступаютъ позднѣе: въ открытомъ океанѣ maximum наблюдается вскорѣ послѣ полудня, а minimum въ 4 часа утра.

Годовыя колебанія температуры, другими словами, разница между среднею температурой наиболѣе жаркаго и наиболѣе холоднаго мѣсяца,—въ противоположность суточнымъ колебаніямъ, возрастаютъ при удаленіи отъ экватора, гдѣ онѣ особенно малы, къ полюсамъ. Онѣ также возрастаютъ и по мѣрѣ удаленія отъ береговъ моря. Такъ, въ то время, какъ въ Коломбо колебанія выражаются только 2^0 С., въ Бомбеѣ они равняются 6^0, въ Калькуттѣ—$11^2/_3{}^0$ и въ Сѣверо-западной Индіи—$16^1/_2$—22^0.

На приложенной здѣсь картѣ изображены линіи одинаковыхъ годовыхъ колебаній температуры въ 5^0, 10^0, 20^0, 30^0 и т. д. Цельзія. Изъ ихъ общаго распредѣленія по землѣ видно, что эти колебанія меньше всего въ широкой полосѣ,

Линіи равныхъ годовыхъ колебаній температуры.

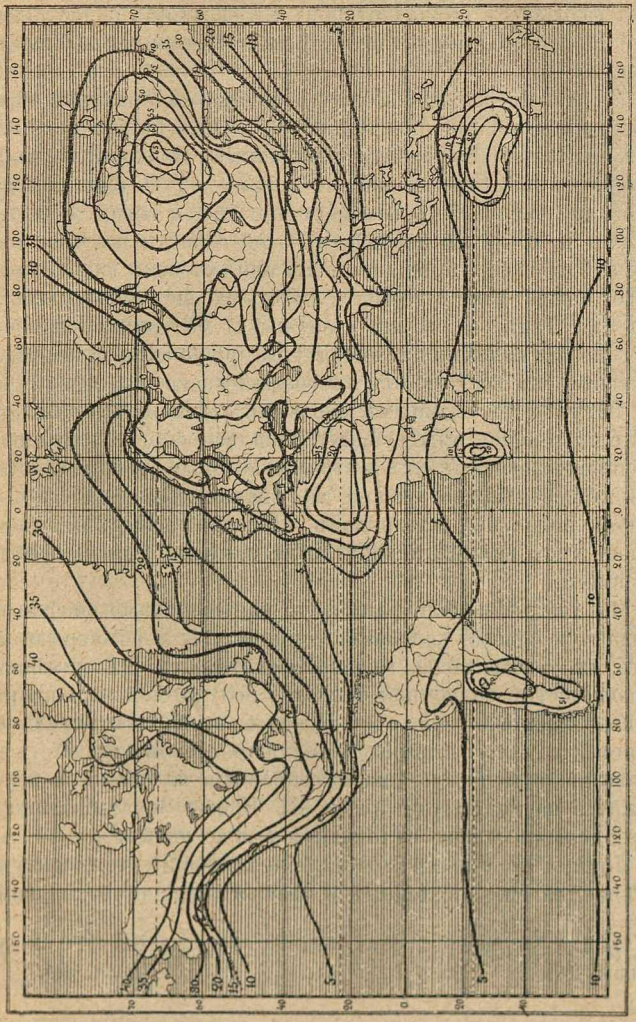


Рис. 6.

прилегающей съ обѣихъ сторонъ къ экватору, и достигаютъ наибольшей величины въ частяхъ материковъ, близкихъ къ полюсу.

Въ Англіи разница между средней температурой лѣта и зимы равняется приблизительно 11° С. *). Въ Гонолулу, у экватора она только $2^3/_4^0$, между тѣмъ какъ въ Верхоянскѣ, въ Сѣверо-восточной Сибири она не меньше 66° С. Люди, хвалящіеся въ Англіи тѣмъ, что могутъ и лѣто и зиму ходить въ одномъ и томъ же платьѣ, въ этой области навѣрно откажутся отъ своихъ привычекъ. На приложенной картѣ, кромѣ этого, можно констатировать нѣсколько поучительныхъ отношеній. Такъ, во всѣхъ сѣверныхъ материкахъ наибольшія годовыя колебанія температуры пріурочены къ мѣстамъ, лежащимъ къ востоку отъ географическаго ихъ центра.

Фактъ этотъ, главнымъ образомъ, обусловленъ вліяніемъ теплыхъ теченій, омывающихъ западные берега континента, и сопровождающими ихъ вѣтрами, которые распредѣляютъ умѣряющее дѣйствіе океана на значительную площадь западной половины материковъ. Западная Европа относительно этого вліянія находится въ особенно благопріятныхъ условіяхъ.

Мы уже указывали ранѣе, что надъ океанами вообще наблюдаются слабыя колебанія температуры и объясняли это тѣмъ, что массы воды медленно отвѣчаютъ на измѣненія въ количествѣ солнечной теплоты, получаемой ими въ различныя времена года. Слѣдствіемъ этого обстоятельства является то, что въ южномъ полушаріи, большая часть котораго покрыта водою, разсматриваемыя колебанія повсюду держатся на малыхъ цифрахъ. Въ Новой Зеландіи, напримѣръ, декабрь и іюнь отличаются только на $6^1/_2^0$.

Помимо суточныхъ и годовыхъ колебаній температуры, замѣчаются еще медленныя и слабыя періодическія измѣ-

*) Для Петербурга эта разница выражается 27°, а для Москвы 30°. *Прим. ред.*

ненія въ среднихъ годовыхъ температурахъ, соотвѣтственно измѣненіямъ въ количествѣ и площади солнечныхъ пятенъ, — измѣненіямъ, повторяющимся, приблизительно, черезъ каждыя 11 лѣтъ. Какова бы ни была причина явленія, лежитъ ли она въ увеличеніи и уменьшеніи излученія солнца въ связи со степенью развитія солнечныхъ пятенъ, во всякомъ случаѣ трудами проф. Пьяцци (Piazzi), Смита (Smyth), д-ровъ Стоуна (Stone), Кёппена (Köppen, Гамбургъ) и проф. Фрица (Fritz, Цюрихъ) доказано, что вліяніе солнечныхъ пятенъ на температуру земной атмосферы дѣйствительно сказывается.

Въ годы съ наименьшимъ количествомъ пятенъ, именно 1811, 1823, 1834, 1843, 1856, 1867, 1877, 1888, средняя годовая температура оказывается наиболѣе высокой; наоборотъ, въ годы, когда пятна были въ наибольшемъ количествѣ, именно: въ 1860, 1871, 1883, 1893 гг., температура была ниже. Особенно замѣтно вліяніе солнечныхъ пятенъ въ тропическихъ странахъ. Въ Индіи, напримѣръ, разница между среднею годовой температурою для двухъ указанныхъ рядовъ лѣтъ, оказалась равною отъ $^1/_2{}^0$ — 1^0C.

Подобнаго рода періодическія измѣненія, какъ оказалось, отражаются и на такихъ зависящихъ отъ температуры воздуха явленіяхъ, какъ урожай фруктовъ, время уборки винограда, выпаданіе дождей, движеніе ледниковъ, бури, облачность и пр. Мало того, покойный проф. Джевонсъ старался показать, что и промышленные кризисы тоже наступаютъ періодически благодаря дѣйствію этихъ непрямыхъ слѣдствій солнечныхъ пятенъ.

Конечно, можно вполнѣ скептически отнестись къ утвержденію, что вліяніе высоты температуры такъ велико, что черезъ посредство плохихъ урожаевъ создаетъ промышленную панику *). Но нѣтъ никакого сомнѣнія, что солнце, въ зависимости отъ происходящихъ въ немъ при этомъ измѣ-

*) Объ этой теоріи Джевонса см. первое изданіе книги М. Туганъ-Барановскаго: „Промышленные кризисы въ соврем. Англіи“. Спб. 1894, стр. 447—453.

неній, дѣйствуетъ какимъ-то особеннымъ образомъ на земную атмосферу, не только на ея температуру, но также и на ея магнитныя свойства: даже тѣ ученые, которые оспариваютъ тѣсную связь согрѣвающаго дѣйствія солнца съ солнечными пятнами, или другого рода отклоненіями отъ нормальнаго состоянія солнца, признаютъ эту связь для сѣверныхъ сіяній.

Эти періодическія колебанія годовой температуры еще ничего не говорятъ намъ о какомъ нибудь постоянномъ прогрессивномъ измѣненіи ея. Когда, парижане, подпали нѣкогда страху, что климатъ Парижа мѣняется, астрономъ Араго успокоилъ ихъ, доказавъ статистически, что температура Парижа за 100 лѣтъ не измѣнилась сколько нибудь замѣтно, и что за весь историческій

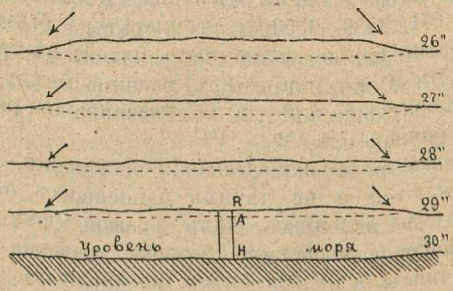


Рис. 7.

періодъ не найдено фактовъ, которые бы доказывали, что температура какого нибудь мѣста вслѣдствіе той, или иной, причины замѣтно претерпѣвала постоянныя измѣненія въ томъ, или другомъ, направленіи. Теперь мы перейдемъ къ разсмотрѣнію обстоятельствъ, вызывающихъ мѣстные подъемы температуры на сушѣ и надъ водою и первичныя дѣйствія такихъ подъемовъ.

Возьмемъ для начала какой нибудь небольшой участокъ. Пусть рис. 7 представляетъ собою вертикальный

разрѣзъ атмосферы; пунктиромъ обозначены линіи одинаковаго барометрическаго давленія, которое возлѣ земной поверхности равно 30 дюймамъ. Предположимъ теперь, что въ срединѣ взятаго участка поверхности происходитъ поднятіе температуры на извѣстную высоту.

Нагрѣтый воздухъ будетъ расширяться. Столбъ его HA, превратится въ HR и, такъ какъ это произойдетъ съ каждымъ изъ лежащихъ другъ на другѣ слоевъ, то поверхность верхняго слоя будетъ приподнята сильнѣе, чѣмъ поверхность нижележащихъ. Вслѣдствіе этого явятся токи направляющіеся отъ нагрѣтаго вверху воздуха, внизъ по наклону (отмѣченному стрѣлками) къ смежнымъ массамъ воздуха, которыя находятся подъ одинаковымъ съ нагрѣтымъ воздухомъ давленіемъ, но, не подвергаясь расширенію, лежатъ на болѣе низкомъ уровнѣ. Этотъ токъ отъ нагрѣтаго воздуха къ холодному будетъ сильнѣе всего въ самыхъ высшихъ слояхъ, такъ какъ они подняты выше другихъ (на рисункѣ это усиленіе обозначено размѣромъ стрѣлокъ). Между тѣмъ убыль воздуха въ верхнихъ слояхъ повлечетъ за собою уменьшеніе давленія на земную поверхность вблизи центра нашей площади. Вслѣдствіе этого окружающій воздухъ, главнымъ образомъ, нижнихъ слоевъ начинаетъ притекать къ этому центру; эти перемѣщенія, разъ они начались, будутъ продолжаться до тѣхъ поръ, пока центральная часть взятой нами площади будетъ нагрѣта больше, чѣмъ сосѣднія части.

Мы уже замѣтили, что солнечные лучи, падая на сушу, поднимаютъ ея температуру быстрѣе, чѣмъ это происходитъ на водѣ. Понятно поэтому, что вышеописанныя явленія въ рѣзкой формѣ будутъ имѣть мѣсто, какъ это представлено на рис. 8, на островахъ, особенно среди тропическихъ морей, гдѣ солнце грѣетъ такъ сильно. Въ результатѣ мы получимъ явленіе извѣстное подъ именемъ бриза, или мѣстнаго морского вѣтра. Когда солнце на ночь скрывается за горизонтомъ, происходитъ обратное вышеописанному:

воздухъ вблизи поверхности суши начинаетъ течь по направленію къ морю въ видѣ берегового бриза, тогда какъ

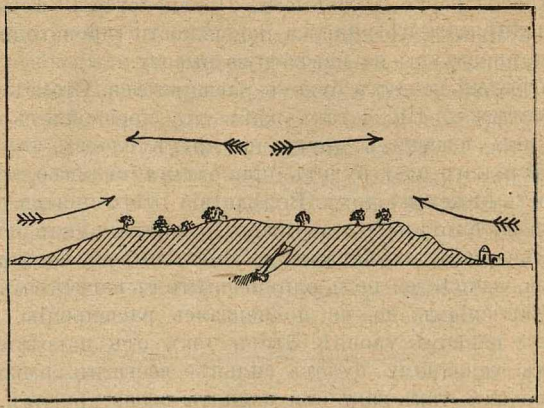


Рис. 8.

на извѣстной высотѣ, иногда лишь 300 м., воздухъ движется отъ моря къ быстро охлаждающейся сушѣ.

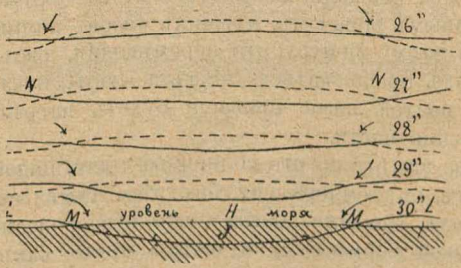


Рис. 9.

Разъ начавшіяся перемѣщенія продолжаются въ томъ видѣ, какъ это изображено на рис. 9, гдѣ нижнія кривыя представляютъ собою убыль воздуха вслѣдствіе оттока его

наверху, а линія NN указываетъ уровень, на которомъ притокъ и оттокъ другъ друга уравновѣшиваютъ, почему на этомъ уровнѣ образуется область безъ движенія, такъ называемая нейтральная равнина.

Конечно при этомъ надъ центральною частью нагрѣтаго участка происходитъ въ извѣстной степени движеніе воздуха вверхъ, а надъ окружающими болѣе холодными площадями должно происходить соотвѣтствующее движеніе внизъ. Но эти перемѣщенія гораздо слабѣе, чѣмъ горизонтальный притокъ и оттокъ.

Такимъ же образомъ объясняется происхожденіе извѣстныхъ азіятскихъ и австралійскихъ муссоновъ, или монсуновъ, которые состоятъ въ томъ, что лѣтомъ вѣтеръ дуетъ по направленію къ болѣе, или менѣе нагрѣтой сушѣ, а зимою—съ суши къ омывающему ее морю. Этимъ отчасти объясняются и годовыя колебанія барометрическаго давленія на обширныхъ районахъ и особенно низкія давленія лѣтомъ въ срединѣ огромныхъ материковъ, напримѣръ, Азіи и Америки, и весьма высокія давленія тамъ же зимою.

Не будь этой системы поднятій и верхнихъ теченій надъ болѣе нагрѣтыми участками земной поверхности съ одной стороны, и опусканій и нижнихъ теченій надъ болѣе холодными съ другой, барометръ показывалъ бы надъ обоими постоянное давленіе, но, поднимаясь вверхъ надъ нагрѣтою поверхностью, мы на извѣстной высотѣ нашли бы бо́льшее давленіе, чѣмъ на томъ же уровнѣ надъ болѣе холодною, такъ какъ надъ первою воздухъ, расширяясь сильнѣе въ вертикальномъ направленіи и при отсутствіи оттока, образовалъ бы надъ нашими головами нѣчто въ родѣ относительно плотнаго потолка.

Однако фактически установлено, что не смотря на *верхнія теченія, которыя поддерживаютъ указанное распредѣленіе давленія*, на высоко расположенныхъ станціяхъ, вродѣ Леха (3870 м. въ Тибетѣ), давленіе продолжаетъ подниматься до начала мая и слегка падаетъ только въ іюнѣ и іюлѣ. Слѣ

довательно, лѣтнее пониженіе давленія, которое такъ явственно въ Южной Азіи, ограничивается нижнею половиною (по массѣ) атмосферы, т. е. сказывается до высоты 5500 м., гдѣ давленіе равняется 15 дюймамъ. Выше же этого уровня въ большей или меньшей степени происходитъ лѣтомъ оттокъ, а зимою—притокъ.

Подобная система муссоно - подобныхъ вѣтровъ, дующихъ то съ суши на море, то обратно, существуетъ *повсюду*, но въ болѣе высокихъ широтахъ она маскируется, обыкновенно, другими воздушными движеніями, которыя возбуждаются частымъ прохожденіемъ циклоновъ и обширныхъ движущихся системъ, или волнъ высокаго и низкаго давленія. Даже вдоль Западной Европы лѣтомъ преобладаютъ вѣтры, дующіе по направленію къ материку, а зимою—дующіе отъ материка.

Вездѣ, гдѣ участокъ суши или моря, нагрѣвается выше, чѣмъ окружающіе его участки, уже имѣются начальныя условія для нарушенія равновѣсія. Въ жаркихъ странахъ такія условія встрѣчаются по преимуществу часто, и тамъ вслѣдствіи этого могутъ получать свое начало циклоны, торнадо, смерчи, ураганы, грозовыя бури, въ зависимости отъ различныхъ обстоятельствъ, о которыхъ рѣчь будетъ впереди. Но для проявленія интенсивнаго мѣстнаго явленія и образованія настоящаго „courant ascendant“ (восходящій токъ) недостаточно, чтобы воздухъ спокойно поднимался вверхъ и стекалъ оттуда, какъ бываетъ при сухомъ воздухѣ. Для указанныхъ явленій необходимо, чтобы воздухъ былъ почти насыщенъ парами воды, и тогда токъ вверхъ будетъ продолжаться все время, пока нижній слой будетъ доставлять ему влажный воздухъ. Дальше будетъ показано, какую роль въ такого рода явленіяхъ играетъ температура.

Настоящій очеркъ ученія о температурѣ атмосферы былъ бы не полонъ, если бы мы оставили безъ вниманія фактъ перенесенія теплоты съ одной части земли на другую.

До сихъ поръ мы занимались только изслѣдованіемъ мѣстныхъ и общихъ вліяній теплоты, получаемой непосредственно отъ солнечной радіаціи. Температура же атмосферы во всякой мѣстности сильно зависитъ и отъ той теплоты, которая приносится къ ней вѣтрами. Если они дуютъ съ моря, температура ихъ зависитъ отъ тѣхъ теплыхъ или холодныхъ океаническихъ теченій, надъ которыми они проносятся. Если же они приходятъ изъ глубинъ материковъ, то бываютъ обыкновенно лѣтомъ теплѣе, а зимою холоднѣе, чѣмъ приморскія области, къ которымъ они направляются.

Такъ, въ Англіи лѣтомъ наиболѣе теплый вѣтеръ юго-восточный, но зимою тотъ же самый вѣтеръ сопровождается обыкновенно, наиболѣе жестокими морозами. Слѣдовательно, тепловое дѣйствіе вѣтровъ, дующихъ съ суши, измѣняется въ зависимости отъ времени года.

Морскіе вѣтры, особенно, если они связаны съ морскими теченіями и дуютъ до извѣстной степени постоянно, оказываютъ постоянное вліяніе на температуру тѣхъ странъ, гдѣ они преобладаютъ. Наиболѣе замѣтные теплые морскіе вѣтры дуютъ въ Западной Европѣ, на Тихоокеанскомъ склонѣ Сѣверной Америки выше 40^0 с. ш. и на восточномъ берегу Южной Америки.

Эти вѣтры теплы не только потому, что они сопровождаютъ потоки теплой воды, каковы, напр., Гольфстремъ въ Атлантическомъ и Японское теченіе въ Тихомъ океанѣ, но, и потому, что охлажденіе ихъ замедляется той теплотой, которая при сгущеніи паровъ, приносимыхъ ими изъ влажныхъ тропическихъ областей, переходитъ изъ скрытаго состоянія въ явное.

Были попытки измѣрить теплоту, приносимую обоими названными теченіями. Готонъ (Haughton) изъ Дублина нѣсколько лѣтъ тому назадъ вычислилъ, что эти два теченія вмѣстѣ приносятъ къ среднимъ широтамъ треть всей теплоты, получаемой сѣвернымъ тропическимъ поясомъ. Но

Феррель позже показалъ, что приносимая ими теплота составляетъ вѣроятно одну шестую этого количества. Какъ мы уже видѣли, средняя температура Англіи вслѣдствіе дѣйствія этихъ теченій подымается приблизительно на $6^1/_2°$ выше того, чѣмъ она было бы безъ нихъ. Температура Норвегіи подымается на $+9^0$, Петербурга—на 5^0, а Шпицбергена—на $10^1/_2{}^0$. Съ другой стороны холодныя теченія и вѣтры, дующіе съ ними, соотвѣтственно понижаютъ температуру восточной Канады, сѣвернаго Китая, запада Южной Америки и западной части Южной Африки. Такъ на Ньюфаундлэндѣ холоднѣе на $6^1/_2°$, чѣмъ слѣдовало бы по широтѣ мѣста. На берегу сѣвернаго Китая холоднѣе почти на 4° и даже въ Гонолулу, посреди Тихаго океана, температура понижается на $2^3/_4°$ дѣйствіемъ возвращающагося Японскаго теченія, охлажденнаго вслѣдствіе потери теплоты въ болѣе сѣверныхъ широтахъ.

Океаническія теченія вообще сглаживаютъ разницу между температурой экватора и полюсовъ, что можно заключить уже изъ слѣдующаго вывода Ферреля: если бы вся поверхность земли была сушей и, слѣдовательно, не было никакихъ перемѣщеній теплоты съ воздушными и океаническими теченіями, то, какъ показываютъ теоретическія соображенія, термометръ на экваторѣ стоялъ бы постоянно приблизительно на $+55°$ С., а на полюсѣ на— $-77°$ С. Между тѣмъ, изъ наблюденій оказывается, что средняя температура дня и ночи на экваторѣ равняется 26,5°, а на полюсѣ— $-17^3/_4°$ С. Слѣдовательно, атмосферныя и океаническія теченія въ совокупности понижаютъ температуру на экваторѣ почти на 30° и повышаютъ ее на полюсѣ не меньше, чѣмъ на 60°. Только ихъ умѣряющее дѣйствіе и дѣлаетъ землю вообще пригодной для обитанія человѣка, такъ какъ, еслибы на ней наблюдались вышеуказанныя крайности температуры, человѣкъ принужденъ бы былъ ограничить мѣсто своего обитанія весьма узкою полосою въ среднихъ широтахъ. Если бы на землѣ не было вовсе атмосферы, то темпера-

тура на экваторѣ стояла бы на 70° С. ниже 0°, а на полюсахъ на 200° ниже 0°, средняя же температура всего земнаго шара равнялась бы 94°—ужасающій холодъ! Подъ защитою атмосферы средняя температура земли, или, выражаясь правильнѣе, температура нижняго слоя атмосферы, равна приблизительно 20° С., т. е. является температурою, наиболѣе для насъ пріятной. Вотъ какъ многимъ обязаны мы невидимому покрову атмосфернаго воздуха, который представляется намъ въ видѣ легкаго одѣяла, отдѣляющаго насъ отъ ужаснаго холода звѣздныхъ пространствъ!

Мѣстныя крайнія отклоненія температуры являются результатомъ совпаденія регулярныхъ отклоненій со случайными причинами, стремящимися повысить, или понизить ее (проносящіяся бури, преобладаніе сѣверныхъ и южныхъ вѣтровъ, продолжительная ясная погода). Наиболѣе высокія температуры вообще въ нашихъ широтахъ встрѣчаются послѣ полудня въ іюлѣ и августѣ, а наиболѣе низкія—раннимъ утромъ въ январѣ или февралѣ. Бываютъ, однако, случаи, когда онѣ наблюдаются и въ другіе сроки, значительно отступающіе отъ указанныхъ.

Наиболѣе высокія температуры на земномъ шарѣ наблюдаютъ въ Остъ-Индіи, въ Персидскомъ заливѣ, въ Красномъ морѣ и въ Австраліи. Въ центрѣ Сахары была отмѣчена температура въ 50° С. Въ Жэкобабэдѣ (Jakobabad) въ Синдской пустынѣ, она часто поднимается выше 49° С. и даже въ Новомъ Южномъ Валлисѣ, въ Бурке (Bourke) и Дениликвинѣ (Deniliquin) она достигаетъ 50° С. Въ февралѣ 1896 г. въ Сиднеѣ наблюдалась температура въ 42° С., что объяснялось замѣчательнымъ преобладаніемъ сухихъ NW вѣтровъ, дующихъ изъ глубины материка. Въ Парижѣ и Лондонѣ только одинъ разъ наблюдали 41° С.

Наиболѣе низкія температуры находятся не на полюсахъ, куда морскія теченія переносятъ теплоту съ экватора, но въ сѣверовосточныхъ частяхъ Сибири и Сѣверн. Америки. Вер-

хоянскъ—самое холодное мѣсто на земномъ шарѣ; тамъ наблюдались случаи паденія термометра до 76° С. Въ январѣ тамъ средняя температура на 45° С. ниже 0°, и даже средняя годовая на 15° С. ниже 0°.

Во время арктическихъ экспедицій Алерта (Alert) и Дисковери (Discovery) наблюдали больше 58° ниже 0° С., а Нэрсъ (Nares) однажды видѣлъ, какъ термометръ упалъ на 64½° С. ниже 0°.

Въ недавнее время кругъ нашихъ свѣдѣній объ атмосферныхъ явленіяхъ значительно расширился вслѣдствіе примѣненія того, что извѣстно подъ именемъ термодинамики.

Проф. Бецольдъ (Bezold) изъ Берлина, затѣмъ Феррель (Ferrel) изъ Вашингтона, д-ръ Ганнъ (Hann) изъ Вѣны и др. внесли своими работами много свѣта въ тѣ неопредѣленныя, туманныя разсужденія, которыми характеризуются работы ихъ предшественниковъ; но вопросъ этотъ слишкомъ труденъ и обсужденіе его потребуетъ такихъ техническихъ подробностей, которыя не позволяютъ говорить о немъ здѣсь. Впрочемъ, описывая въ слѣдующихъ главахъ нѣкоторыя особенныя явленія въ атмосферѣ, мы вкратцѣ коснемся руководящихъ идей въ этой области.

ГЛАВА V.

Общій круговоротъ въ атмосферѣ.

Ученіе о вѣтрахъ по своей важности и интересу можетъ составить предметъ отдѣльнаго тома, но здѣсь, гдѣ мы стараемся обнять разнаго рода явленія въ атмосферѣ въ ихъ общемъ и цѣломъ мы разсмотримъ только существенные пункты названнаго ученія въ связи съ атмосферными движеніями. Вопреки старой поговоркѣ: „вѣтеръ дуетъ, гдѣ ему угодно“ и вопреки его капризамъ въ среднихъ широтахъ, мы знаемъ теперь, что существуетъ преобладающая самостоятельная система циркуляціи между полюсами и экваторомъ. Эта система обуславливается почти постоянной разницей въ температурѣ между этими областями, разницей, которая дѣйствуетъ въ связи съ нѣкоторыми механическими условіями, являющимися результатомъ формы земли и ея вращенія вокругъ оси.

Въ прежнее время по этому поводу было высказано не мало догадокъ, расходившихся въ большей или меньшей степени и съ фактами, и съ теоріей. Увлекательная попытка Ивена Мори (Even Maury) въ 1855 г. облечь наблюденія въ связную систематическую форму потерпѣла неудачу, благодаря несовершенству свѣдѣній о вѣтрахъ всего земного шара и недостаточному знанію законовъ, ими управляющихъ.

Самая ранняя попытка создать раціональную схему для объясненія болѣе бросающихся въ глаза фактовъ общаго круговращенія въ атмосферѣ, кажется, была сдѣлана еще въ 1735 г. Гэдлеемъ (Hadley).

Вниманіе ученыхъ какъ разъ въ то время было привлечено правильностью „пассатовъ“. И вотъ Гэдлей въ небольшой статьѣ въ журналѣ „The philosophical Transactions“ выступилъ съ теоріей, объясняющей эту правильность, теоріей, которая казалась настолько правдоподобной, что въ теченіе цѣлаго столѣтія оставалась безъ возраженій.

Вкратцѣ она состояла въ слѣдующемъ. Благодаря разницѣ между температурой полярныхъ и экваторіальныхъ странъ, въ нижнемъ слоѣ атмосферы происходитъ перемѣщеніе воздуха отъ полюса къ экватору, вродѣ того, какое нами было описано въ предъидущей главѣ; восточное же направленіе вѣтровъ объясняется тѣмъ, что воздухъ постоянно переходитъ въ широты, гдѣ поверхность земли движется въ восточномъ направленіи быстрѣе, чѣмъ въ той части, которая пройдена раньше; поэтому теченіе его постоянно отстаетъ въ западномъ направленіи, и намъ кажется, какъ будто воздухъ движется отчасти съ востока. Поэтому то въ сѣверномъ полушаріи дуетъ пассатъ сѣверовосточный, въ южномъ же—юговосточный. Доведенная до своихъ логическихъ выводовъ, теорія Гэдлея требуетъ, чтобы пассаты дули на всемъ пространствѣ отъ полюсовъ до экватора, и чтобы обратное имъ теченіе воздуха ограничивалось почти исключительно верхними слоями. Мало того. Полюсы, или мѣста, ближайшія къ нимъ, по этой теоріи должны быть пунктами наивысшаго барометрическаго давленія.

Между тѣмъ фактически было установлено, что ни то, ни другое на самомъ дѣлѣ не оправдывается,

Пассаты дуютъ лишь въ полосѣ лежащей между 30^0 сѣв. и 30^0 южной широты, давленіе на полюсѣ, особенно южномъ, всегда ниже, чѣмъ на экваторѣ (приблизительно на $^4/_5$ д. (20 mm. ртутнаго столба), самое же высокое давленіе наблюдается въ двухъ поясахъ: между 30 и 40 градусами и въ южномъ и сѣверномъ полушаріи. Ясно, что въ теоріи Гэдлея была какая нибудь коренная ошибка.

Въ 1856 г., Феррель, впослѣдствіи профессоръ при метео-

рологическомъ бюро Соед. Штатовъ, взялся за выясненіе этого вопроса и нашелъ, что Гэдлей при построеніи своей теоріи совершенно просмотрѣлъ шарообразную форму земли.

Вслѣдствіе этого въ его теорію вкрались два серьезныя заблужденія. Одно изъ нихъ заключалось въ положеніи, что подъ вліяніемъ вращенія земного шара воздухъ отклоняется съ своего прямого пути только въ томъ случаѣ, если онъ движется по направленію съ сѣвера на югъ, или обратно; воздухъ же, движущійся по какому нибудь другому направленію, не претерпѣваетъ никакихъ измѣненій въ своемъ давленіи.

Теорія Гэдлея могла бы быть примѣнимой только въ томъ случаѣ, еслибы мы могли допустить, что земля совершенно ровная плоскость, составленная изъ отдѣльныхъ брусьевъ, расположенныхъ параллельно прямой линіи экватора и что эти брусья движутся съ различною скоростью, которая начинаясь съ 1600 кил. на экваторѣ, постепенно убываетъ, доходя приблизительно до 1350 килом. на широтѣ 30°. Громадная разница между этимъ допущеніемъ и шарообразною формою, какою въ дѣйствительности обладаетъ земной шаръ, вполнѣ очевидна.

Нѣсколькими годами раньше, чѣмъ Феррель взялся за рѣшеніе вопроса, знаменитый французскій математикъ Пуассонъ (Poisson) въ 1837 г. читалъ передъ Парижской Академіей Наукъ свой докладъ, въ которомъ доказывалъ, что всякое тѣло, свободно двигающееся *въ любомъ направленіи* по земной поверхности, должно подъ вліяніемъ вращенія земли уклоняться съ своего пути (а не отставать, какъ полагаетъ Гэдлей) въ сѣверномъ полушаріи вправо, а въ южномъ влѣво.

Пользуясь тѣми же самыми соображеніями, какими пользовался Пуассонъ, но прилагая ихъ къ *массамъ воздуха*, а не *твердыхъ тѣлъ*, Феррель постепенно создалъ вполнѣ удовлетворительное объясненіе общаго кругообращенія въ атмосферѣ, а затѣмъ, при помощи соотвѣтственныхъ измѣненій,

на основаніи тѣхъ же принциповъ объяснилъ, въ существенныхъ чертахъ, явленія циклоновъ и торнадо.

Существуетъ общее правило, что на вращающемся шарѣ всякая масса воздуха, побуждаемая разностью плотностей или давленій двигаться по направленію къ извѣстному пункту, находясь на сѣверной половинѣ, будетъ постоянно стремиться въ правую сторону отъ своего направленія, и, если не существуетъ препятствій со стороны внѣшнихъ, мѣшающихъ этому движенію силъ, то она будетъ все больше и больше уклоняться отъ своего пути, пока не станетъ, наконецъ, описывать полный кругъ (рис. 10).

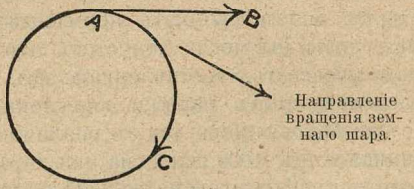


Рис. 10.

Предположимъ, что частичка воздуха въ А начинаетъ двигаться къ В. Вмѣсто того, чтобы направляться по прямой линіи АВ, она будетъ стремиться описать кривую АС и, если это произойдетъ вблизи полюса, опишетъ въ 12 часовъ дѣйствительно полный кругъ *), длина радіуса котораго зависитъ отъ скорости движенія воздуха.

Для скорости.	Радіусъ круга инерціи въ килом.
въ 20 килом. въ часъ	70
„ 10 „ „ „	35
„ 5 „ „ „	17½

*) Въ другихъ широтахъ кривая инерціи, какъ ее обыкновенно называютъ, имѣетъ иную форму; на экваторѣ она исчезаетъ.

Для другихъ кривыхъ инерціи имѣются соотвѣтствующія этимъ цифры.

Проф. Дэвисъ (Davis) изъ Гарвардскаго Университета предложилъ чрезвычайно удачный опытъ, который легко можетъ продѣлать всякій, кто пожелалъ бы воочію убѣдиться въ существованіи этихъ кривыхъ инерціи.

Возьмемъ маленькій круглый столикъ и положимъ на него листъ бѣлой бумаги. Затѣмъ возьмемъ шарикъ, обмокнемъ его въ чернила и положимъ у центра столика. Если слегка покачнуть столикъ такъ, чтобы шарикъ началъ передвигаться отъ центра къ краямъ столика, и въ тоже время начать вращать послѣдній вокругъ его оси, шарикъ вычертитъ на бумагѣ кривую, которая будетъ представлять собою кривую инерціи, или кривую послѣдовательныхъ отклоненій отъ прямой линіи, зависящихъ отъ того, что всякое тѣло, благодаря присущей ему инерціи, не можетъ сразу приспособлять свое движеніе къ измѣняющемуся движенію тѣхъ участковъ поверхности, по которымъ оно катится.

Въ какомъ бы направленіи мы ни покачнули столъ, все равно кривая будетъ описана шарикомъ, причемъ кривизна ея будетъ увеличиваться при увеличеніи быстроты оборота столика (что аналогично увеличенію скорости оборота въ болѣе высокихъ широтахъ) и уменьшаться при болѣе сильномъ покачиваніи столика, благодаря которому увеличивается скорость движенія шарика.

Этимъ стремленіемъ воздуха двигаться вправо отъ своего первоначальнаго направленія вполнѣ объясняется происхожденіе тѣхъ, постепенно или быстро колеблющихся, разницъ барометрическаго давленія, которыя сопровождаютъ крупныя общія и мелкія частныя воздушныя движенія. Разница въ температурѣ, напримѣръ, между полюсами и экваторомъ, или между двумя сосѣдними участками земной поверхности, сама по себѣ можетъ вызвать лишь слабое измѣненіе барометрическаго давленія; но, если воздухъ, начавъ

двигаться по направленію къ мѣсту съ болѣе низкимъ давленіемъ, стремится постоянно отклониться вправо, то по правую сторону его пути должно происходить сжатіе воздуха и уплотнѣніе, тогда какъ по лѣвую—расширеніе его и паденіе барометрическаго давленія; наконецъ, эта разница давленій не станетъ настолько значительной, что начнетъ препятствовать дальнѣйшему передвиженію воздуха вправо, вслѣдствіе чего онъ будетъ двигаться по пути, опредѣляемому соединеннымъ дѣйствіемъ обоихъ вліяній. Это будетъ ясно изъ рис. 11.

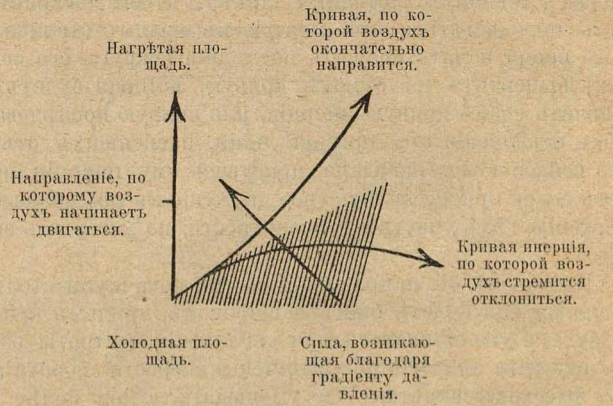


Рис. 11.

Масса воздуха надъ холодной площадью получаетъ первоначально стремленіе двигаться къ нагрѣтой площади, гдѣ воздухъ менѣе плотенъ, и разъ начавшись, это движеніе должно совершаться по кривой инерціи. Но въ дѣйствительности высокое давленіе сжатаго справа воздуха (на рисункѣ онъ заштрихованъ), развиваетъ силу (изображенную стрѣлкой), направляющуюся къ области съ пониженнымъ давленіемъ, расположенной съ лѣвой стороны, и потому воздухъ въ концѣ концовъ, такъ сказать, вступаетъ въ компромиссъ и

начинаетъ двигаться по линіи, лежащей между двумя другими, около которой на рисункѣ надписано „кривая, по которой и т. д.“ Вмѣсто того, чтобы прямо двигаться отъ мѣста съ высокимъ давленіемъ къ мѣсту съ низкимъ, воздухъ движется только отчасти въ такомъ направленіи; при этомъ высокое давленіе все время будетъ справа отъ его пути, а низкое—слѣва. Въ южномъ полушаріи правое становится лѣвымъ и, слѣдовательно, высокое давленіе будетъ тамъ слѣва, а низкое справа отъ пути воздуха. Приведенная выше діаграмма, кажется, достаточно разъясняетъ общія соотношенія между давленіемъ и вѣтромъ. Напомнимъ, кромѣ того, что на сушѣ и вблизи земной поверхности, гдѣ свободному движенію воздуха препятствуетъ треніе, это послѣднее стремится нѣсколько передвинуть направленіе дѣйствительнаго пути въ сторону низкаго давленія, въ то время, какъ надъ моремъ и на болѣе или менѣе значительной высотѣ надъ сушею, гдѣ треніе очень мало, движеніе воздуха происходитъ почти подъ прямымъ угломъ къ линіи, соединяющей центры областей высокаго и низкаго давленія или, выражаясь техническимъ языкомъ, заимствованнымъ у инженеровъ, подъ прямымъ угломъ къ барометрическому градіенту.

Прежде чѣмъ обратиться къ тому, какъ Феррель объясняетъ на основаніи изложенныхъ принциповъ общее кругообращеніе воздуха на земномъ шарѣ, посмотримъ, какимъ оно оказывается въ дѣйствительности на основаніи наблюденій.

Изъ приложенныхъ здѣсь картъ (рис. 12 и 13), гдѣ изображены барометрическія давленія и вѣтры, дѣйствительно наблюденные для двухъ противоположныхъ временъ года, можно видѣть (оставляя въ сторонѣ подробности), что надъ экваторомъ простирается широкій поясъ, въ которомъ барометрическое давленіе равно приблизительно 760 mm; что по ту и по другую сторону отъ экватора давленіе постепенно повышается по направленію къ двумъ поясамъ высокаго давленія и на широтѣ 30^0, достигаетъ мѣ-

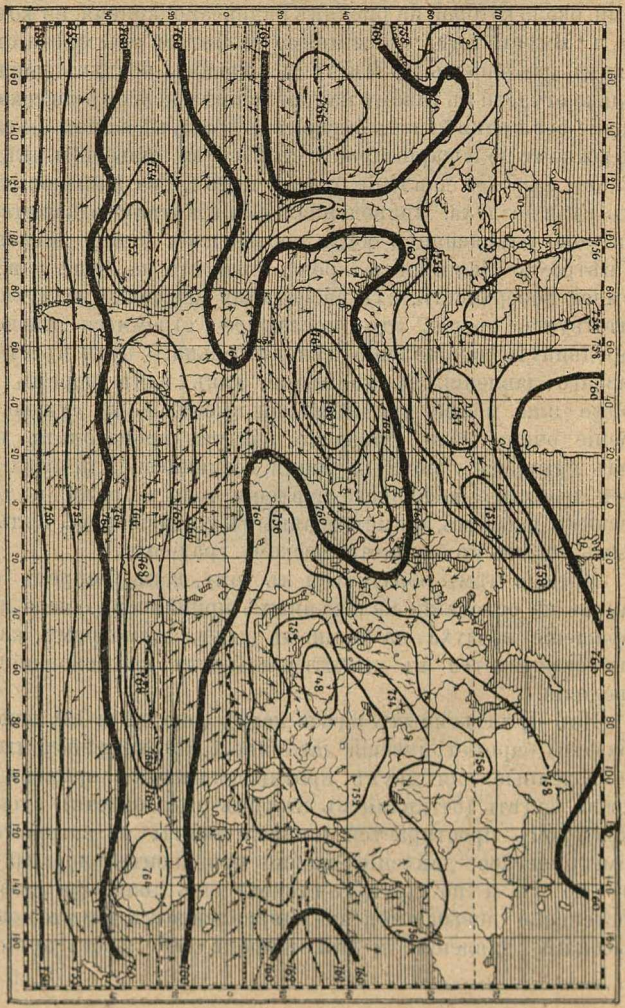


Рис. 12. Изобары и ветры іюля.

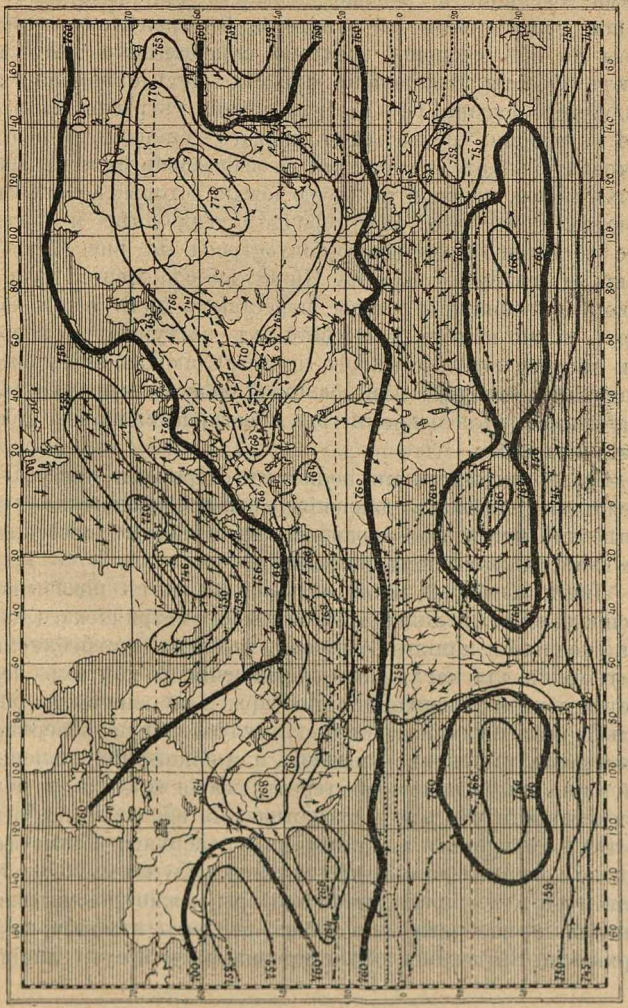


Рис. 13. Изобары и вѣтры января.

стами 765 mm. и вообще держится приблизительно на 5 mm. выше, чѣмъ на экваторѣ. Въ предѣлахъ этой полосы по обѣ стороны экватора впродолженіе всего года дуютъ пассаты. Исключеніе представляетъ сѣверная часть Индійскаго океана, гдѣ въ іюлѣ дуютъ вѣтры по направленію къ району чрезвычайно низкаго давленія и высокой температуры—это знаменитый югозападный муссонъ Индійскихъ морей, несущій съ собою дожди, которымъ Остъ-Индія обязана тѣмъ, что она гораздо плодороднѣе и населеннѣе сосѣдняго Аравійскаго полуострова. На рис. 17 изображены муссоны, дующіе въ Индіи впродолженіе іюля. Въ январѣ югозападные вѣтры перестаютъ дуть и на общей картѣ можно видѣть, что мѣсто ихъ заступаютъ сѣверные или сѣверовосточные вѣтры, представляющіе передвиженіе воздуха къ экватору изъ обширной области высокаго давленія, которая въ это время года простирается на всю сѣверовосточную Азію.

На обращенныхъ къ полюсамъ сторонахъ поясовъ или средоточій высокаго давленія вѣтры обыкновенно дуютъ болѣе или менѣе въ направленіи къ полюсамъ; особенно это замѣчается въ южномъ полушаріи.

Линіи (изобары), которыя на этой картѣ показываютъ распредѣленіе средняго мѣсячнаго барометрическаго давленія, сходны съ линіями равныхъ высотъ, употребляемыми въ геодезіи для наглядна̀го обозначенія на картахъ неровностей земной поверхности. Изобары не обозначаютъ обязательно реальныхъ подъемовъ и углубленій на поверхности атмосферы, такъ какъ повышеніе, или пониженіе, давленія въ ней зависитъ бо́льше отъ степени сжатія воздуха, т. е. отъ его плотности, чѣмъ отъ существованія абсолютныхъ неровностей — бугровъ и впадинъ — на поверхности атмосферы. Однако, конечные результаты въ обоихъ случаяхъ во многомъ одни и тѣ же, и практически изобары можно разсматривать, какъ линіи, изображающія собою рельефъ атмосферной поверхности. Выражаясь болѣе правильно, онѣ суть линіи, пе-

ресѣченія поверхностей атмосфернаго рельефа съ земною поверхностью; это опредѣленіе поясняется на прилагаемомъ здѣсь рисункѣ (рис. 14).

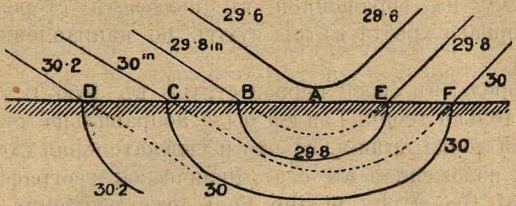


Рис. 14.

Наклонныя линіи, помѣченныя цифрами 30,2, 30, 29,8 и пр. представляютъ собою разрѣзъ дѣйствительныхъ атмосферическихъ изобаръ или поверхностей равнаго давленія; B, C, D—пункты, гдѣ эти линіи пересѣкаютъ земную поверхность. Пунктирныя продолженія линій показываютъ, какъ онѣ шли бы дальше, если бы вмѣсто твердой земли продолжалась атмосфера. Кривыя линіи, напечатанныя жирнымъ шрифтомъ, идущія отъ B къ E, отъ C къ F, и т. д. обозначаютъ собою линейныя изобары, какъ онѣ изобразятся на поверхности земли, или на плоской картѣ, когда барическая впадина окружаетъ центральную область A, съ давленіемъ приблизительно 29, 7 дюйм. Если мы имѣемъ въ виду общій круговоротъ воздуха, то A представляетъ собою сѣверный, или южный, полюсъ и въ такомъ случаѣ начертанная выше діаграмма изображаетъ собою картину, имѣющую мѣсто въ дѣйствительности. Если же дѣло идетъ о мѣстныхъ движеніяхъ въ атмосферѣ, то A будетъ соотвѣтствовать центру циклона или передвигающейся бури.

Но возвратимся къ нашему изложенію. Изъ приведенныхъ картъ мы видимъ ясно, что общее кругообращеніе атмосферы обнимаетъ собою гораздо большій кругъ явле-

ній чѣмъ система пассатовъ, дующихъ по направленію къ экватору. Всякая теорія, претендующая на объясненіе всей системы кругообращенія, должна показать, отчего вблизи 30° сѣверной и южной широтъ преобладаетъ высокое давленіе и почему на обращенной къ полюсамъ сторонѣ этого атмосфернаго хребта вѣтры дуютъ по направленію къ полюсамъ.

Феррель, въ своей первой статьѣ въ 1856 г., показалъ, что не только теорія Гэдлея была неправильна съ математической точки зрѣнія, но что и увлекательная схема Мори, (Morry), изложенная въ его „Физической географіи моря", (Physical Geography of the Sea) тоже ошибочна, какъ въ фактическомъ отношеніи, такъ и съ точки зрѣнія физическихъ законовъ.

Устраняя обычный методъ установки законовъ путемъ выведенія ихъ изъ наблюденій и отправляясь изъ немногихъ основныхъ принциповъ, подобныхъ вышеуказанному закону отклоненій, Феррель вывелъ, что существованіе вблизи 30° широты поясовъ высокаго давленія, равно какъ и система направленныхъ къ полюсу вѣтровъ, дующихъ на полярной сторонѣ этихъ поясовъ, являются необходимымъ слѣдствіемъ изъ основныхъ принциповъ.

Идеальное кругообращеніе атмосферы, какъ его выработалъ въ концѣ концовъ Феррель, изображено на рисункѣ 15, гдѣ на бѣломъ кругѣ нанесено общее движеніе воздуха вблизи земной поверхности, а на краевомъ ободкѣ изображено движеніе во всей толщѣ атмосферы, въ вертикальномъ разрѣзѣ. Изложеніе у Ферреля въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, вслѣдствіе математическихъ разсужденій, представляется труднымъ для пониманія и въ нижеслѣдующихъ строкахъ суть его ученія передана болѣе простымъ языкомъ.

Возлѣ экватора воздухъ нагрѣвается больше, чѣмъ вблизи полюса, поэтому у перваго онъ долженъ расширяться, у второго—сжиматься. Воздухъ, поднявшійся вверхъ надъ эк-

ваторомъ, стремится затѣмъ стечь внизъ по направленію къ полюсамъ, а въ это время происходитъ вблизи поверхности земли токъ по направленію отъ полюса къ экватору. Если бы земля не вращалась вокругъ своей оси, воздухъ въ верхнихъ слояхъ направлялся бы прямо къ полюсу, тамъ спускался бы внизъ, и возвращался бы опять къ экватору вдоль поверхности земли. Но, земля *вращается*, и воздухъ верхнихъ слоевъ въ сѣверномъ полушаріи уклоняется вправо

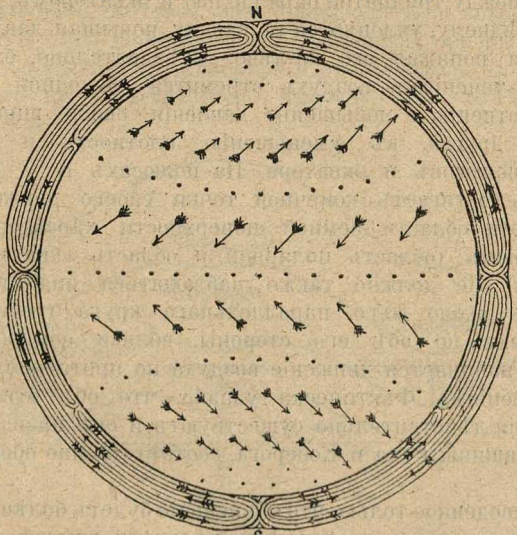


Рис. 15.

(и тѣмъ сильнѣе, чѣмъ ближе къ полюсу); это отклоненіе происходитъ настолько сильно, что не будь общей барической покатости къ полюсу, воздухъ уклонился бы назадъ къ экватору. Вслѣдствіе уклоненія, давленіе влѣво отъ его пути (т. е. со стороны полюсовъ) ослабѣваетъ, а вправо усиливается и тѣмъ

самымъ усиливаетъ и покатость, которая иначе была бы незначительною. Достигая 30-й параллели, которая дѣлитъ поверхность полушарія пополамъ *) (хотя отъ экватора лежитъ на разстояніи только 1/3 меридіана), воздухъ спускается къ поверхности земли, преодолѣваетъ тамъ всякое противоположное теченіе, и, начиная оттуда, вся атмосфера стремится къ востоку, направляясь одновременно къ полюсу.

Между тѣмъ воздухъ, находящійся вблизи поверхности земли, между тридцатой параллелью и экваторомъ, двигаясь къ послѣднему, уклоняется къ западу, повышая давленіе на право и понижая его на-лѣво. Слѣдовательно, благодаря обоимъ теченіямъ воздухъ стремится съ одной стороны къ уплотненію и повышенію давленія около широты 30°, а съ другой, къ уменьшенію плотности и давленія около полюсовъ и экватора. На полюсахъ и у экватора воздухъ достигаетъ конечной точки своего движенія, поэтому эти области земной поверхности характеризуются безвѣтріемъ (область полярной и область экваторіальной тишины). Не должно также наблюдаться значительныхъ вѣтровъ около 30-го параллельнаго круга (точнѣе 35°), такъ какъ по обѣ его стороны, вблизи земной поверхности, начинается движеніе воздуха по противоположнымъ направленіямъ. Фактически узнано, что обѣ эти области безвѣтрія дѣйствительно существуютъ и онѣ названы областями тишины Рака и Козерога, соотвѣтственно обоимъ тропикамъ.

Приведенное только что объясненіе будетъ болѣе понятно, если мы возьмемъ вертикальный разрѣзъ атмосферы вдоль меридіана (площадь разрѣза будетъ совпадать съ площадью бумаги) и изобразимъ на немъ линіи его пересѣченія съ поверхностями равныхъ барометрическихъ давленій, которыя вычислены благодаря наблюденіямъ въ разныхъ

*) Этотъ важный фактъ при школьномъ обученіи оставляется безъ вниманія. Между тѣмъ значеніе его громадно.

высотахъ атмосферы между экваторомъ и полюсами. Полюсы обозначены буквами N и S, а экватора—Q.

Линія ABCDE представляетъ собою линію пересѣченія общей поверхности изобары въ 30 дюймовъ съ уровнемъ моря, на ней замѣчаются на широтѣ 30° два повышенія или холма. Если мы поднимемся выше надъ уровнемъ моря, эти холмы будутъ постепенно исчезать вслѣдствіе отсутствія на извѣстной высотѣ пассатовъ, а слѣдовательно и того бокового давленія, которое они производятъ и которое препятствуетъ противоположному давленію, производимому вѣтрами, дующими съ сѣверной стороны этихъ холмовъ,— образовать на экваторѣ поясъ высокаго давленія. Поэтому

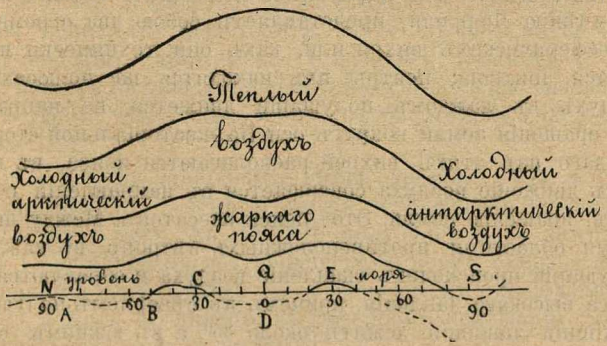


Рис. 16.

то, по мѣрѣ нашего поднятія все выше и выше, холмы 30-ой широты будутъ сливаться постепенно въ одинъ большой холмъ тропическаго пояса, откуда воздухъ въ видѣ идущаго съ запада верхняго теченія, спускается въ околополярныя низины, лежащія съ той и съ другой стороны (при этомъ вѣтеръ дуетъ отчасти съ юга въ сѣверномъ полушаріи и отчасти съ сѣвера въ южномъ).

Глубина атмосферическихъ долинъ, если ее считать отъ верхняго уровня давленія на земной поверхности и выражать въ метрахъ воздуха, оказывается для экваторіальной долины около 80 м.; для долины сѣвернаго полюса 98 метровъ и для долины южнаго полюса 196 м.

На высотѣ 9000 м. надъ поверхностью земли глубина сѣверной полярной долины будетъ 850 м., а южной—950 м. ниже средняго уровня. Высота, на которой исчезаетъ экваторіальная долина, колеблется отъ 2500—3750 м. Выше этого уровня на всемъ пространствѣ идетъ покатость, какъ къ арктическому, такъ и къ антарктическому полярному кругу, а, можетъ быть, и къ самимъ полюсамъ.

Какъ цѣлое, вся циркуляція атмосферы земного шара, по мнѣнію Ферреля, представляетъ собою два огромныхъ атмосферическихъ вихря или, какъ они технически называются, циклона; центры ихъ находятся на полюсахъ, и воздухъ въ каждомъ полушаріи движется по направленію вращенія земли вокругъ оси. На экваторіальной сторонѣ каждаго изъ этихъ вихрей располагаются пояса, въ которыхъ движеніе воздуха совершается въ направленіи обратномъ вращенію земли. Это—пояса пассатовъ. Между двумя этими областями противоположныхъ вѣтровъ въ каждомъ полушаріи происходитъ скопленіе воздуха и образуются два пояса высокаго давленія, причемъ въ сѣверномъ полушаріи maximum давленія лежитъ около 35^0, а въ южномъ—около 30^0 широты.

Послѣ того, какъ эта система было установлена Феррелемъ, д-ръ Вернеръ Сименсъ (Werner Siemens), Гельмгольцъ (Helmholz), Мёллеръ (Möller), проф. Обербекъ (prof. Oberbeck), д-ръ Шпрунгъ (d-r Sprung) и другіе при посредствѣ новѣйшихъ, болѣе точныхъ методовъ и болѣе тщательнаго изученія нѣсколько развили эту теорію, но заключенія, къ которымъ они пришли, въ сущности, тѣ же самыя, что и у Ферреля. Приведенный очеркъ теоріи общей цирку-

ляціи представляетъ собою, насколько это возможно въ настоящемъ сочиненіи, ея современное изложеніе.

Наиболѣе замѣтныя постоянныя отклоненія отъ идеальной схемы вызываются слѣдующими двумя обстоятельствами: 1) чрезвычайно слабымъ давленіемъ вокругъ южнаго полюса и 2) сильными сѣверозападными вѣтрами въ южныхъ частяхъ Атлантическаго, Индійскаго и Тихаго океана, которые въ старину давали возможность австралійскимъ клиперамъ совершать рейсы съ баснословной быстротой. Оба эти явленія вызваны тѣмъ, что южное полушаріе на большей своей поверхности покрыто водою, а послѣдняя, представляя для движущагося воздуха треніе значительно болѣе слабое, чѣмъ суша, дѣлаетъ движенія его болѣе легкими. Вслѣдствіе этого антарктическое барометрическое пониженіе происходитъ болѣе рѣзко и болѣе симметрично, чѣмъ арктическое (сѣверное). Напримѣръ, широты нашихъ антиподовъ подвергаются давленію меньшему на $^3/_{10}$ дюйма, чѣмъ наши, а сила вѣтра тамъ въ 3 или 4 раза больше.

По тѣмъ же причинамъ смѣна временъ года и перемѣщенія давленія, соотвѣтствующія передвиженію солнца на сѣверъ и на югъ, въ южномъ полушаріи едва замѣтны. Въ іюлѣ давленіе въ подтропическомъ поясѣ только слегка усиливается и поясъ этотъ тогда расположенъ только немного южнѣе, нежели въ январѣ. Въ сѣверномъ полушаріи смѣны временъ года гораздо замѣтнѣе.

Ядра высокаго давленія, лежащія въ іюлѣ въ восточныхъ берегахъ Тихаго и Атлантическаго океановъ, къ январю переходятъ къ материкамъ Азіи и Америки, а ядра низкаго давленія, занимающія въ іюлѣ средняя части сѣверной Америки и центръ Азіатско-Африканскаго материка (центръ ихъ въ то время лежитъ надъ самымъ Персидскимъ заливомъ, составляющимъ и географическій центръ суши), въ январѣ лежатъ надъ сѣвернымъ берегами Тихаго и Атлантическаго океановъ. Между

тѣмъ экваторіальный поясъ низкаго давленія, или такъ называемый барометрическій экваторъ, который въ январѣ держится въ своихъ идеальныхъ экваторіальныхъ предѣ-

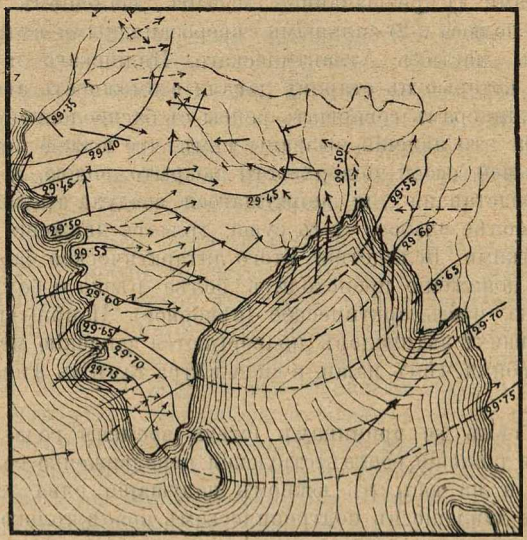


Рис. 17.

лахъ, въ іюлѣ поднимается вглубь лежащихъ съ сѣвера материковъ, такъ что, въ Африко-Азіатской области въ это время онъ весь лежитъ надъ поверхностью суши, и обусловливаетъ образованіе муссона, какъ это указано на рис. 17. Связь этихъ крупныхъ перемѣщеній съ дѣйствіями сезонныхъ колебаній въ нагрѣваніи воздуха солнечными лучами надъ сушею и водою очевидна.

Вслѣдствіе такихъ значительныхъ перемѣщеній воздуха и барометрическаго давленія на сѣверъ и на югъ, между океанами и материками получаются такъ называемыя годовыя колебанія барометрическаго давленія для каждаго даннаго мѣста. Эти годовыя колебанія достигаютъ своихъ крайнихъ предѣловъ, обыкновенно, въ январѣ и іюлѣ; они особенно велики въ центрахъ такихъ материковъ, какъ Азія, гдѣ барометрическія измѣненія наибольшія, и малы на морскихъ берегахъ, которые являются осями мелкихъ годовыхъ колебаній, среднихъ между континентами и морями.

Въ Англіи годовыя колебанія давленія незначительны, и разница между январемъ и іюлемъ равняется 3 mm. Въ Остъ-Индіи они повышаются отъ 6,5 mm, (въ Бенгаліи) до 16 mm. (въ Пэнджабѣ), въ то время какъ въ Сибири и центральной Азіи они достигаютъ въ среднемъ до 25 mm.

Среднее давленіе для всего земного шара равняется 759,25 mm. Въ сѣверномъ полушаріи среднее давленіе въ январѣ 759,79 mm., а въ іюлѣ 758,70 mm. Въ южномъ полушаріи среднія давленія для тѣхъ же мѣсяцевъ — 756,67 и 759,71. Изъ этого очевидно существованіе гораздо болѣе значительной разницы въ количествѣ воздуха надъ обоими полушаріями во время сѣверной зимы въ январѣ, чѣмъ во время южной зимы въ іюлѣ.

Такая разница въ пользу сѣвернаго полушарія есть вполнѣ реальное проявленія того факта, что, вслѣдствіе большаго охлажденія и сжатія воздуха зимою надъ сѣверной областью суши, туда для пополненія убыли переносится 32.000000 тонъ воздуха. Нѣтъ никакого протекціоннаго тарифа на этотъ цѣнный предметъ ввоза изъ южнаго полушарія въ сѣверное!

Перемѣщеніе системы вѣтровъ, соотвѣтственно времени года, происходитъ такимъ же образомъ, какъ и перемѣщеніе барометрическаго давленія при передвиженіи солнца на сѣверъ или на югъ. Солнце переходитъ 47 градусовъ по меридіану, а системы вѣтровъ—только отъ 5 до 8° на сѣверной

и отъ 3 до 4 градусовъ—на южной сторонѣ экватора. Прилагаемая діаграмма (рис. 18) дастъ понятіе о результатахъ этого перехода. Центральный (подъэкваторіальный) поясъ представляетъ собою область, которая поперемѣнно подвергается то экваторіальному затишью, составлявшему нѣкогда бичъ моряковъ, то вторженію сосѣднихъ пассатовъ, во время ихъ отклоненій на югъ и на сѣверъ.

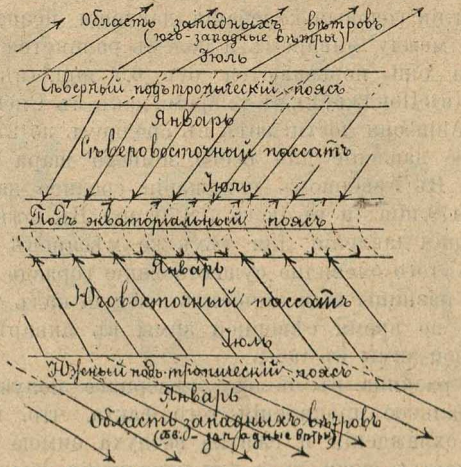


Рис. 18.

Ширина этого пояса колеблется отъ 350 миль на Атлантическомъ океанѣ до 200 на Тихомъ; лежитъ же онъ впродолженіе всего года нѣсколько къ сѣверу отъ экватора, такъ какъ въ южномъ полушаріи и около южнаго полюса система циркуляціи благодаря меньшему тренію, настолько силь-

нѣе циркуляціи сѣвернаго полушарія, что всѣ пояса давленія оказываются оттѣсненными къ сѣверу.

Подтропическіе пояса, или, какъ ихъ теперь называютъ, области затишья Рака и Козерога, представляютъ собою районы, гдѣ поперемѣнно то дуютъ западныя вѣтры среднихъ широтъ то пассаты, то наступаетъ безвѣтріе.

До сихъ поръ мы разсматривали общую циркуляцію касаясь преимущественно движенія атмосферы вблизи земной поверхности. Верхнее теченіе, дующее на всемъ своемъ пути отъ экватора къ полюсамъ, обыкновенно называется въ тропическихъ странахъ антипассатомъ, такъ какъ дуетъ надъ пассатомъ въ обратномъ направленіи: съ юго-запада на сѣверной и съ сѣверозапада на южной сторонѣ отъ вѣтрянаго экватора. Во всемъ тропическомъ поясѣ нижняя граница антипассата лежитъ на 3000 м.; по мѣрѣ передвиженія къ полюсамъ граница его спускается, такъ что вдоль Гималайскаго хребта верхнее теченіе въ зимнее время протекаетъ на высотѣ 600 или 900 м. надъ моремъ.

Когда проф. Піацци Смисъ (Piazzi Smyth) велъ астрономическія наблюденія на Тенерифскомъ Пикѣ въ 1860 г., то ему приходилось подыматься въ гору при сѣверовосточномъ пассатѣ, тогда какъ на его станціи Alta Vista, лежащей 3.000 ф. надъ подошвой горы, дулъ постоянно югозападный вѣтеръ верхняго теченія атмосферы.

Наблюдали точно такъ же, что дымъ высокихъ вулкановъ, какъ Котопаксн (ок. 5.500 м.) или Козегвина, которые лежатъ въ области пассатовъ, относится съ запада на востокъ т. е. въ обратномъ направленіи вѣтру нижнихъ слоевъ.

Ближе къ полюсамъ, около 35—40° ш., нижній край этого верхняго теченія касается земли, и его нижняя половина распадается, по выраженію Гельмгольца, на вихри. Говоря проще, эта часть верхняго теченія распадается на неправильные токи, образующіе циклоническія бури, столь частыя въ высокихъ широтахъ обоихъ полушарій. Между

тѣмъ верхняя часть его, за исключеніемъ тѣхъ случаевъ, когда подвергается дѣйствію мѣстныхъ возмущеній или вихрей, продолжаетъ въ общемъ двигаться по направленію съ юго или сѣверозапада (смотря по полушарію). Ея движеніе опредѣлено по движенію верхнихъ облаковъ, которыя, по новѣйшимъ измѣреніямъ, несутся въ среднемъ на высотѣ 8.250 метр.

Общая циркуляція атмосферы и ея перемѣщенія по временамъ года самымъ тѣснымъ образомъ связаны съ общимъ распредѣленіемъ дождевыхъ осадковъ на земномъ шарѣ, а также съ постояннымъ расположеніемъ зонъ дождя и засухи и съ ихъ перемѣщеніями по временамъ года. Мѣстною причиною дождя, особенно въ высокихъ широтахъ, бываетъ, обыкновенно, прохожденіе циклоническихъ бурь; но въ экваторіальномъ поясѣ и поясѣ пассатовъ дождливое время года опредѣляется почти всецѣло перемѣщеніемъ поясовъ безвѣтрія.

Не входя еще теперь въ рѣшеніе вопроса о томъ, какова причина дождя во всѣхъ случаяхъ, легко понять, почему центральный поясъ экваторіальнаго безвѣтрія есть область постоянныхъ облаковъ и дождей. Пассаты, вступающіе съ той и съ другой стороны въ этотъ поясъ, приносятъ туда много водяныхъ паровъ; между тѣмъ воздухъ тамъ постоянно поднимается въ верхніе, болѣе холодные горизонты, гдѣ онъ уже не можетъ содержать въ себѣ столько паровъ, сколько содержалъ на уровнѣ моря. Слѣдовательно, избытокъ паровъ долженъ сгущаться сначала въ облака, а затѣмъ въ дождевыя капли, которыя падаютъ внизъ. На экваторѣ, какъ, напримѣръ въ Сингапурѣ, дождь идетъ каждый день. Въ остальныхъ частяхъ жаркаго пояса, въ зависимости отъ перемѣщенія пояса безвѣтрія къ сѣверу и къ югу, наблюдается или одно дождливое и одно сухое время года или два дождливыхъ и два сухихъ времени.

Если мѣстность расположена въ точкахъ *a* или *b* (рис. 19), какъ разъ у самаго внутренняго края дождевого пояса въ его

крайнемъ положеніи, то она въ теченіе одного полугодія находится внутри его, въ теченіе другого—внѣ его. Слѣдовательно, въ ней шесть мѣсяцевъ будетъ длиться дождливое время и шесть—сухое. Такъ бываетъ, напримѣръ, въ Панамѣ, гдѣ дожди льютъ отъ мая до ноября и стоитъ сравнительно сухая погода въ теченіе остальныхъ шести мѣсяцевъ. Подобную же одинаковую продолжительность имѣютъ времена года въ Бенгаліи, въ бассейнѣ Нила и въ сѣверной Австраліи. Если мѣстность расположена въ точкахъ *e* или *f*,

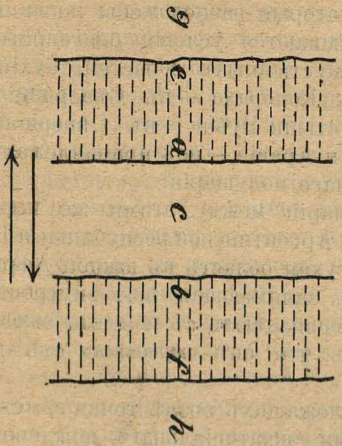


Рис. 19.

ближе къ наружному краю пояса въ его крайнемъ положеніи, то дождливый сезонъ будетъ короче, а сухой дольше. Пенджабъ, Верхняя Бирма, сѣверная часть Мексики, сѣверная часть центральной Австраліи — все это мѣстности, находящіяся въ предѣлахъ дождевого пояса только втеченіе трехъ мѣсяцевъ въ году и если, какъ это было въ 1896 году, случаются неправильности въ наступленіи дождливаго періода

то этотъ послѣдній можетъ оказаться здѣсь столь краткимъ, что повлечетъ за собою засуху и голодъ.

Мѣстности, расположенныя подобно точкамъ g и h, лежатъ внѣ вліянія экваторіальнаго дождевого пояса и были бы вовсе лишены дождей, если бы не происходило приближенія къ экватору системы полярныхъ вѣтровъ, которая доходитъ иногда зимою на югъ даже до 35° С. Ш. Между широтами же въ 35° и 20° на сѣверѣ и на югѣ не происходитъ правильныхъ вторженій дождевыхъ поясовъ и потому тамъ вездѣ (за исключеніемъ тѣхъ мѣстъ, въ которыхъ дуютъ муссоны какъ въ Индіи, или которыя расположены по линіямъ морскихъ береговъ) оказываются условія благопріятныя для образованія сухихъ пустынныхъ областей. Сухія области: Калифорніи, Аризона, Колорадо — въ Сѣверной Америкѣ, великая Сахара и пустыни Нубіи — въ Сѣверной Африкѣ, сухія области Персіи и Аравіи — всѣ принадлежатъ къ указанному поясу сѣвернаго полушарія.

Въ южномъ полушаріи между этими же параллелями лежатъ сухія области Аргентинской республики и Восточной Патагоніи, обширная сухая область въ южной Африкѣ и наконецъ сухая область, занимающая всю внутренность Австраліи. Эти области совпадаютъ съ поясами высокаго давленія и можно сказать, что онѣ *страдаютъ* отъ постоянно хорошей погодой.

Въ мѣстностяхъ, лежащихъ возлѣ точки *c*, между двумя крайними положеніями экваторіальнаго дождевого пояса, чередуются два короткихъ сухихъ времени года съ двумя краткими дождливыми. Таковъ Цейлонъ и югъ Остъ-Индіи, Колумбія въ южной Америкѣ, часть Нильскаго бассейна и Ява.

Въ широтахъ между 35° и полюсами распредѣленіе дождей вполнѣ обусловливается перемѣщеніями полярной системы вѣтровъ соотвѣтственно временамъ года.

Здѣсь опять, благодаря перемѣщенію по широтѣ главнаго единаго дождевого пояса, перемѣщенію, сопровождающему перемѣщенія солнца по временамъ года, мѣста, рас-

положенныя на срединѣ между крайними предѣлами области имѣютъ послѣдовательно два дождливыхъ и два сухихъ періода.

Въ южной Европѣ, напримѣръ, дожди идутъ большею частью зимою, потому что система вѣтровъ, вращающихся вокругъ полюса, достигаетъ наибольшаго приближенія къ экватору въ это именно время. Въ Средней Европѣ бываютъ дожди главнымъ образомъ весною и осенью, когда дождевой поясъ движется обратно къ сѣверу; въ Сѣверной же Европѣ преобладаютъ лѣтніе дожди.

Общая циркуляція атмосферы не только опредѣляетъ преобладающее направленіе вѣтровъ на поверхности земли и въ болѣе верхнихъ горизонтахъ, но кромѣ того оказываетъ значительное вліяніе и на скорость ихъ.

Практическое значеніе свѣдѣній, касающихся общей скорости движенія воздуха надъ земною поверхностью станетъ для насъ очевиднымъ, когда мы коснемся воздухоплаванія и грядущихъ путешествій человѣка по воздуху.

Когда человѣкъ будетъ въ состояніи плавать по воздушному океану такъ же легко, какъ и по водному, ему потребуются столь же точныя познанія по атмографіи (позволимъ себѣ ввести этотъ терминъ), какими онъ располагаетъ теперь въ области гидрографіи. Теперь у насъ въ адмиралтействѣ (морскомъ министерствѣ) есть гидрографъ; тогда потребуется человѣкъ, который могъ бы разсказать намъ все, что касается движенія воздуха и его жизни не только возлѣ уровня моря, но и въ верхнихъ горизонтахъ, ибо чтобы переноситься черезъ горные хребты придется подыматься высоко.

По теоріи циркуляціи, развитой Ферреломъ и Обербекомъ, оказывается, что вѣтеръ на поверхности земли достигаетъ наибольшей средней скорости около широты 50° и, по мѣрѣ удаленія оттуда, скорость его уменьшается, какъ по направленію къ экватору, такъ и по направленію къ полюсамъ. Это оказалось вѣрнымъ и послѣ повѣрки путемъ непосредственнаго наблюденія.

Взявъ за основаніе среднюю скорость вѣтровъ за годъ, покойный проф. Лумисъ (Loomis) нашелъ слѣдующія цифры среднихъ скоростей вѣтра въ типическихъ широтахъ:

	Средняя скорость въ кил. въ часъ.
Соединенные Штаты	15,25
Европа	16,50
Южная Азія	10,5
Западная Индія	10

Въ Англіи средняя скорость вѣтра приблизительно 20 килом. въ часъ. Подобно другимъ атмосфернымъ явленіямъ и скорость вѣтра мѣняется въ зависимости отъ разстоянія отъ моря, времени года и времени дня.

Движенія воздуха сильно измѣняются также въ зависимости отъ свойствъ поверхности, надъ которою онъ проносится. Надъ водой движеніе это происходитъ быстрѣе, чѣмъ надъ сушей, надъ открытой плоской мѣстностью быстрѣе, нежели надъ холмистой или лѣсистой страной. Внутри материковъ оно гораздо медленнѣе, чѣмъ у морскихъ береговъ или въ открытомъ морѣ.

Въ Индіи скорость вѣтра по мѣрѣ удаленія отъ морского берега убываетъ слѣдующимъ образомъ:

Города.		Скорость вѣтра въ килом. за день.
На морскомъ берегу	Бомбей . . .	656
	Кураччи . . .	800
Приблизительно на разстояніи 100 м. отъ моря.	Калькута . . .	200
	Дакка	236
На разстояніи 500 м. отъ моря.	Аллагабадъ . .	148
На разстояніи 800 м. отъ моря.	Рурки	105

Въ Европѣ вѣтеръ въ часъ проходитъ въ среднемъ 16 килом., а въ сѣверной части Атлантическаго океана 46,5. Всякій замѣчалъ, какъ значительно усиливается вѣтеръ при переправѣ черезъ Па-де-Кале сравнительно съ тѣмъ, каковъ онъ на берегу.

Подобное же усиленіе скорости вѣтра наблюдается и при поднятіи вверхъ отъ поверхности земли. Это объясняется отчасти уменьшеніемъ тренія, отчасти увеличеніемъ „барической покатости", вдоль которой верхній воздухъ, поднятый экваторіальнымъ нагрѣваніемъ, стремится къ полюсамъ.

Недалеко отъ поверхности земли, на высотѣ 15—30 м., увеличеніе скорости вѣтра обусловливается всецѣло уменьшеніемъ тренія воздуха о неровности земной поверхности, деревья, дома и пр. Это замедленіе движенія нижнихъ слоевъ передается и выше-лежащимъ слоямъ посредствомъ взаимнаго тренія молекулъ воздуха, но при этомъ оно постепенно уменьшается. Такъ, ложка, опущенная въ сиропъ или медъ, захватываетъ при выниманіи не только то, что окажется лежащихъ непосредственно надъ нею, но увлекаетъ также частицы, лежащія внѣ ея.

Это свойство частицъ газа названо липкостью по аналогіи съ ясно замѣтными свойствами липкихъ жидкостей, напримѣръ, расплавленнаго стекла.

Сопротивленіе, оказываемое каждой массой газа движенію смежныхъ массъ обусловливается, по толкованію кинетической теоріи газовъ, постоянно происходящими столкновеніями между быстро колеблющимися частицами.

Хорошую параллель этому явленію представляетъ толпа людей, движущихся по дорогѣ въ одномъ и томъ же направленіи къ общему интересующему ихъ пункту. Если бы всѣ люди шли однимъ и тѣмъ же шагомъ по параллельнымъ линіямъ, скорость движенія всей толпы равнялась бы скорости движенія каждаго отдѣльнаго лица. Но, нѣкоторые люди не могутъ идти такъ же скоро, какъ другіе, другіе

останавливаются посмотрѣть на окна лавокъ, третьи идутъ извилистыми путями и толкаютъ сосѣдей, наконецъ, четвертые возвращаются назадъ, такъ какъ забыли что-нибудь дома; благодаря всѣмъ этимъ причинамъ средняя скорость движенія всей толпы гораздо меньше скорости движенія лучшихъ ходоковъ ея, но нѣсколько больше скорости самыхъ плохихъ ходоковъ.

Подобнымъ же образомъ, если два потока людей, изъ которыхъ одинъ движется быстрѣе другого, соединятся, и между ними произойдетъ частичный обмѣнъ пѣшеходами, то лица, переходящія изъ потока, движущагося медленнѣе, въ потокъ, движущійся быстрѣе, будутъ замедлять среднюю скорость его движенія. Напротивъ, переходящія изъ быстрѣйшаго въ болѣе медленный будутъ ускорять движеніе послѣдняго.

Такъ и смежные слои атмосферы стремятся взаимно уравнять свои скорости, при частныхъ явленіяхъ, посредствомъ обмѣна частицами воздуха, а при болѣе крупныхъ, гдѣ, какъ въ случаѣ общей циркуляціи, происходитъ смѣшеніе значительныхъ массъ, — посредствомъ обмѣна цѣлыми массами, двигающимися съ различной среднею скоростью.

Благодаря этому внутреннему тренію смѣшивающихся массъ воздуха, которое присоединяется къ тренію нижняго слоя о землю, постепенно передающемуся и верхнимъ слоямъ, движеніе атмосферы не совершается съ неслыханною скоростью и бури не сильнѣе тѣхъ, которыя наблюдаются теперь. Одного тренія воздуха о землю для этого было бы недостаточно.

Гельмгольцъ, напримѣръ, вычислилъ, что, если бы атмосфера обыкновенно начинала свое движеніе надъ землею съ извѣстной средней скоростью, скажемъ со скоростью 32 килом. въ часъ, то потребовалось бы не менѣе 42757 лѣтъ, чтобы посредствомъ тренія о землю низвести эту скорость до 16 килом. въ часъ.

Т. Стевенсонъ (T. Stevenson, изъ Эдинбурга) первый на-

чалъ дѣлать опыты съ цѣлью опредѣлить, насколько увеличивается скорость воздуха въ зависимости отъ высоты надъ землею. Онъ прикрѣпилъ атмометры Робинсона (Robinson) на различныхъ высотахъ къ шесту въ 15 м. вышины. Оказалось, что замедляющее дѣйствіе поверхности земли быстро уменьшается на протяженіи первыхъ же 4¼ м. въ вертикальномъ направленіи. Выше уменьшеніе это идетъ медленнѣе. При постройкахъ и инженерныхъ работахъ лучше дѣлать эти наблюденія въ каждой данной мѣстности и не довѣряться никакимъ формуламъ, такъ какъ въ предѣлахъ первыхъ 30 м. ходъ этого уменьшенія сильно измѣняется. Отъ 30 м. и до 5500 м. наблюденія дѣлались авторомъ въ 1883 — 1885 г. по порученію Королевскаго Общества. Въ результатѣ ихъ оказалось, что средняя скорость воздуха на высотѣ 4880 м. вдвое превосходитъ среднюю скорость на высотѣ 30 м. На высотахъ, превосходящихъ 4880 м., увеличеніе средней скорости движенія воздуха, судя по наблюденіямъ надъ облаками на обсерваторіи Соед. Штатовъ, находящейся на Голубой Горѣ, (Blue Hill), близъ Бостона, идетъ еще быстрѣе. Недавнія наблюденія Клейтона (Clayton) тамъ же надъ движеніемъ различныхъ слоевъ облаковъ, дали слѣдующіе разультаты за годъ.

Типы облаковъ.	Высота въ метрахъ.	Средняя скорость въ 1 ч. въ килом.
Stratus	511	30,5
Cumulus	1625	38,5
Alto-cumulus . . .	3880	55
Cirro-cumulus . . .	6775	114
Cirrus	8940	125,5

Въ этомъ случаѣ правило легко запомнить въ такой формѣ. При поднятіи на каждые 300 м. прибавляется приблизительно 3 кил. къ часовой скорости.

Зимою въ верхнихъ горизонтахъ скорость вдвое больше, чѣмъ лѣтомъ. Втеченіе зимняго полугодія скорость cirrus рав-

няется 144 кил. въ часъ, гораздо больше скорости нашихъ поѣздовъ-express.

Въ Европѣ скорость, повидимому, увеличивается съ высотою не такъ быстро, но все таки она гораздо значительнѣе сравнительно со скоростью у поверхности земли. Д-ръ Феттинъ (Vettin) изъ Берлина, Хагстромъ (Hagstrom) и д-ръ Экхольмъ (Ekholm) изъ Упсалы въ Швеціи опредѣляютъ среднюю скорость воздуха на высотѣ 1300 м. приблизительно въ 30,5 килом. въ часъ, на высотѣ же въ 6700 м. — 61 кил. въ часъ. Отсюда можно вывести правило, что при поднятіи на каждые 300 м. прибавляется къ скорости по $1^1/_2$ килом. въ часъ. Для Европы это, пожалуй, будетъ вѣрнѣе.

До какой степени значительно это увеличеніе средней скорости движенія воздушнаго океана по мѣрѣ поднятія вверхъ, мы, слабые смертные, живущіе на днѣ его, едва ли и можемъ себѣ представить. Самое высокое зданіе, возвышается надъ землею не болѣе, какъ на 300 м. Наибольшая высота, обитаемыхъ мѣстностей, вѣроятно, составляетъ лишь одну двадцатую всей толщи атмосферы.

Въ виду этой громадной скорости не подлежитъ сомнѣнію, что аэростаты, управляемые человѣкомъ, не будутъ въ состояніи когда либо плыть противъ теченія по токамъ, идущимъ выше 1500 м.; за то тѣмъ легче будетъ летательнымъ снарядамъ носиться вмѣстѣ съ попутнымъ вѣтромъ даже и въ болѣе высокихъ горизонтахъ. Въ самомъ дѣлѣ, онѣ могутъ пользоваться этими быстрыми теченіями почти такъ же увѣренно, какъ австралійскіе клиперы когда-то пользовались сильнымъ сѣверозападнымъ вѣтромъ, дующимъ надъ водной равниной южнаго океана.

Мёллеръ (Möller), нѣмецкій инженеръ, недавно высказалъ очень интересное соображеніе по поводу этого сильнаго движенія атмосферы значительныхъ высотъ. Энергія движенія воздуха, или его способность выполнять работу, пропорціональна его скорости и массѣ. Möller вычислилъ, что энергія

верхней половины атмосферы, т. е. той, которая лежитъ выше 5000 кил. въ шесть разъ превосходитъ энергію нижней половины. Въ настоящее время, устраивая парусныя суда и вѣтряныя мельницы, мы пользуемся лишь малой частью этого громаднаго запаса энергіи. Остальное пропадаетъ совершенно даромъ.

ГЛАВА VI.

Законы управляющіе явленіями въ атмосферѣ.

Исторія земли это—глава изъ древней исторіи. Исторія атмосферы—исторія нашихъ дней или даже исторія будущаго. Тамъ, гдѣ земная кора доступна нашему обозрѣнію, мы можемъ по физическимъ и химическимъ свойствамъ и по положенію горныхъ породъ прослѣдить перемѣны бывшія съ ними въ прошломъ. Въ атмосферѣ обратно всѣ движенія и измѣненія творятся у насъ на глазахъ. Каждое дѣйствіе подчинено *господству закона.* Съ перваго взгляда намъ кажется, будто въ безконечной сложности атмосферическихъ явленій царствуетъ хаосъ, но, по мѣрѣ того, какъ мы узнаемъ истинные законы, дѣйствующіе въ великой лабораторіи природы, хаосъ превращается для насъ въ порядокъ и гармонію. Мы долгое время твердили свой урокъ и только теперь, отбросивъ суевѣрія и гаданія, начинаемъ восходить на тѣ „восхитительныя высоты", откуда можемъ, хоть и не ясно, „сквозь затемненныя стекла" увидѣть истинный характеръ таинственныхъ свойствъ нашей чудной атмосферы. Замля есть символъ покоя, устойчивости и прочности. Атмосфера же находится въ непрестанномъ движеніи, въ постоянномъ дѣйствіи, подъ вліяніемъ теплоты солнца, стужи межпланетныхъ пространствъ, земного вращенія около оси, смѣны временъ года, зависящей отъ движенія земли вокругъ солнца.

Физики, трудясь въ своихъ лабораторіяхъ, открыли, что воздухъ, какъ и другіе газы подчиненъ опредѣленнымъ законамъ и, только зная эти законы, можемъ мы уяснить себѣ явленія, наблюдаемыя нами ежедневно и ежечасно на небѣ и въ окружающемъ воздухѣ. Одинъ изъ первыхъ законовъ, касающихся атмосферы, открытъ Бойлемъ (Boyle), знаменитымъ химикомъ въ Глазго и французомъ Маріоттомъ (Mariotte), и называется закономъ Бойль-Маріотта. Этотъ законъ гласитъ: если объемъ газа (упругаго, сжимаемаго), заключенъ въ какое-нибудь замкнутое пространство, напр., въ мѣшокъ изъ эластической матеріи, и подвергается сжиманію, то производимое имъ давленіе увеличивается во столько же разъ, во сколько уменьшается объемъ. Такъ, если 4 куб. м. газа (при атмосферномъ давленіи) сжать до тѣхъ поръ, пока они не превратятся въ 2 куб. м., то давленіе, производимое ими, будетъ равняться двумъ атмосферамъ, такъ что ртутный барометръ, помѣщенный внутри сжимаемаго воздуха, и показывавшій раньше 760 mm. послѣ сжатія поднимется до высоты 1.520 mm. Люди, испытывая на себѣ нравственное давленіе, часто обнаруживаютъ такого же рода явленія, но сопротивленіе ихъ не можетъ быть измѣряемо нравственнымъ барометромъ.

Въ свободной атмосферѣ такой идеальный случай сжатія воздуха встрѣчается рѣдко, такъ какъ воздухъ имѣетъ возможность расширеніемъ и передвиженіемъ по разнымъ направленіямъ избѣгнуть полнаго сжатія.

Непосредственнымъ слѣдствіемъ этого закона является большая сравнительно плотность нижнихъ слоевъ атмосферы, вслѣдствіе того, что верхніе слои давятъ на нихъ всей своею тяжестью и при этомъ, конечно, сжимаютъ ихъ. Подобнымъ же образомъ большая разрѣженность верхнихъ слоевъ, объясняется ихъ меньшимъ сжатіемъ. Слѣдовательно, если нѣкоторая масса воздуха вытѣсняется наверхъ, она подвергается постепенно все меньшему и меньшему давленію и благодаря этому, согласно закону Бойля, должна *расширяться*. Обратно,

если воздухъ вдавливается внизъ, онъ долженъ *сжиматься* вслѣдствіе увеличенія давленія.

Важно замѣтить различіе между двумя случаями, когда воздухъ *вытѣсняется вверхъ* и когда онъ просто поднимается вслѣдствіе расширенія, происшедшаго подъ вліяніемъ нагрѣванія еще до начала его поднятія. Въ первомъ случаѣ поднятіе прекращается, какъ только причина вытѣсненія прекратитъ свое дѣйствіе; въ послѣднемъ случаѣ оно продолжается до тѣхъ поръ, пока поднимающійся воздухъ не достигнетъ той высоты, на которой воздухъ кругомъ его столь же расширенъ, какъ онъ самъ, и потому обладаетъ той же самой плотностью.

Первый случай встрѣчается въ природѣ, когда вѣтеръ дуетъ въ направленіи перпендикулярномъ къ крутому горному хребту и толкаетъ воздухъ вверхъ по его склонамъ. Послѣдній тогда, когда воздухъ надъ какой-либо площадью оказывается болѣе нагрѣтымъ или болѣе охлажденнымъ, чѣмъ воздухъ окружающихъ мѣстъ.

Если, вмѣсто того, чтобъ сжимать воздухъ, мы нагрѣемъ его въ закрытомъ сосудѣ, то его давленіе увеличится прямо пропорціонально повышенію температуры (считая съ абсолютного нуля, т. е. съ — 273°C). Если нагрѣваемому воздуху дать свободно расширяться (при обыкновенномъ атмосферномъ давленіи) онъ расширится, т. е. его объемъ увеличится, въ той же пропорціи. Это законъ Чарльса (Charles) или Гей Люссака.

Обратный второму, третій законъ, которому для удобства можно дать названіе закона Пуассона, состоитъ въ слѣдующемъ: если воздухъ *внезапно* сжать, то пропорціонально повышается его температура, если ему *внезапно* дать расшириться, температура его понижается. Внезапность здѣсь необходима лишь для того, чтобы выдѣлившаяся теплота не разсѣялась бы незамѣченной.

Эти три закона вмѣстѣ съ немногими характеристическими особенностями водянаго пара служатъ для объясне-

нія всѣхъ видовъ атмосферическихъ явленій, вызываемыхъ первично дѣйствіемъ нагрѣванія и охлажденія. Таковы, напримѣръ, вѣтеръ, бури, облака и дождь.

Эти законы на самомъ дѣлѣ только видоизмѣненія великаго принципа, приложимаго ко всѣмъ явленіямъ въ мірѣ— а именно того, который называется „принципомъ сохраненія энергіи“. Приведемъ одинъ примѣръ: пуля, попавшая въ щитъ, дѣлается горячею: образовавшаяся теплота — точный эквивалентъ утраченнаго движенія. Теплота, какъ извѣстно есть „родъ движенія“. Она есть движеніе не всего тѣла, а движеніе мельчайшихъ атомовъ или молекулъ, изъ которыхъ тѣло состоитъ.

По современной теоріи газовъ, одинаково приложимой и къ газовымъ смѣсямъ, подобнымъ воздуху, крошечныя молекулы, составляющія газъ, находятся въ постоянномъ движеніи взадъ и впередъ, ударяются другъ о друга и о тѣла, мѣшающія ихъ свободному движенію. Давленіе, производимое газомъ на смежныя съ нимъ тѣла, будь они жидки, газообразны или тверды, измѣряется числомъ ударовъ, производимыхъ его молекулами въ единицу времени.

Если мы будемъ сжимать газъ, заключающійся въ замкнутомъ пространствѣ, пути, проходимые его молекулами, должны становиться короче, а число ихъ взаимныхъ ударовъ и ударовъ о стѣнки мѣшка должно увеличиваться, — т. е. должно увеличиваться давленіе. Это и есть законъ Бойля.

Подобнымъ же образомъ, если, не сжимая газа, повысить его температуру, то скорость движенія молекулъ увеличится (скорость движенія молекулъ и есть теплота). Слѣдовательно, въ этомъ случаѣ *результатъ* будетъ такой же какъ и при сжатіи газа и укорачиваніи путей молекулъ: число ударовъ увеличится, а потому и давленіе усилится. Это и есть законъ Чарльса или Гей Люссака.

Если мы внезапно сжимаемъ газъ, то мы при этомъ наталкиваемъ атомы одинъ на другой и этими толчками увеличи-

ваемъ ихъ скорость и, вслѣдствіе этого, повышаемъ температуру. Это и есть законъ Пуассона.

Во всѣхъ этихъ случаяхъ энергія не теряется и не создается. Это просто преобразованіе движенія въ различные его роды, изъ которыхъ оно безъ чувствительной потери можетъ быть подвергнуто обратному превращенію, хотя вообще легче преобразовать видимое движеніе въ теплоту, чѣмъ теплоту въ видимое движеніе. Д-ръ Джоуль изъ Манчестера первый опредѣлилъ точный эквивалентъ между движеніемъ и теплотою. Его законъ, провѣренный впослѣдствіи, можно формулировать такъ:

Если задержать движеніе груза въ 1 килогр. вѣса, падающаго съ высоты 424 м., то развивается такое количество теплоты, которымъ можно повысить температуру одного килогр. воды на одинъ градусъ выше абсолютнаго нуля.

Обратное положеніе равно справедливо. Вотъ истинная причина удивительныхъ проявленій энергіи въ движеніи атмосферы. Опустошительные ураганы опрокидываютъ зданія и губятъ суда; страшные американскіе торнадо, уносятъ тяжелые предметы, напримѣръ, шпицы деревянныхъ церквей на разстояніе 15 миль и втеченіи нѣсколькихъ минутъ губятъ сотни народа. Всѣ эти явленія обусловливаются преобразованіемъ солнечной теплоты въ движеніе по вышеприведенной шкалѣ.

Законы Гей Люссака, по которому подъ вліяніемъ теплоты воздухъ расширяется, и законъ Пуассона, по которому происходитъ охлажденіе воздуха, если онъ расширяется подъ вліяніемъ уменьшеннаго давленія, имѣютъ очень важное значеніе въ процессѣ образованія облаковъ, дождя, грозъ, торнадо и тропическихъ циклоновъ.

Если масса сухого воздуха или воздуха, содержащаго лишь малое количество паровъ, поднимается вверхъ, то на каждые 100 м. поднятія происходитъ охлажденіе на 1°С. Между тѣмъ изъ наблюденій извѣстно, что среднее убываніе температуры въ атмосферѣ при удаленіи отъ земной поверх-

ности идетъ гораздо медленнѣе и потому, если сухой воздухъ нагрѣется настолько, что расширится и сдѣлается легче окружающаго воздуха, то онъ все же не можетъ подняться очень высоко, такъ какъ, охлаждаясь при подъемѣ, скоро достигнетъ уровня, на которомъ его температура и плотность сравняются съ медленнѣе убывающею температурою и плотностью окружающаго спокойнаго воздуха; на этомъ уровнѣ подъемъ прекратится.

Если же воздухъ содержитъ въ себѣ такое количество паровъ, какое онъ только можетъ содержать, т. е., если онъ насыщенъ парами, то явленіе совершенно мѣняется. По мѣрѣ поднятія и охлажденія воздуха водяные пары сгущаются въ облака, и потомъ падаютъ въ видѣ дождя, и выдѣляютъ теплоту, которая была поглощена при *переходѣ* воды въ паръ. Въ парахъ эта теплота была въ *скрытомъ* состояніи, но, когда пары снова сгущаются въ воду, она становится *явною* и замедляетъ охлажденіе воздуха, такъ что при нормальной температурѣ и давленіи въ нашихъ широтахъ (давленіе 760 mm., термометръ 15°C) воздухъ въ этомъ случаѣ охлаждается меньше, чѣмъ на $^1/_2$°C на каждые 100 м. поднятія. Поэтому-то восходящій токъ воздуха, насыщенный водяными парами, разъ начавши подниматься, можетъ продолжать свое движеніе, пока не выдѣлится изъ него все количество паровъ, или пока онъ не достигнетъ очень высокихъ и холодныхъ областей атмосферы.

Слѣдовательно, насыщенный водяными парами воздухъ является существеннымъ условіемъ для образованія облаковъ, въ особенности кучевыхъ (cumulus, рис. 20), и для образованія восходящихъ токовъ, составляющихъ главную причину мѣстныхъ бурь.

Способность диффундировать, благодаря которой одинъ газъ стремится проложить себѣ путь черезъ другой, играетъ важную роль въ экономіи атмосферы. Безъ этой способности всѣ болѣе тяжелые газы находились бы на поверхности земли, а болѣе легкіе поднялись бы вверхъ, и мы были бы

отравлены тѣмъ ничтожнымъ количествомъ углекислоты, какое находится въ атмосферѣ.

Нѣсколько лѣтъ тому назадъ великій химикъ Дальтонъ нашелъ законъ давленія газовъ и вывелъ изъ него законъ диффузіи газовъ. Однако, съ той поры успѣли убѣдиться, что, хотя выводы его вполнѣ правильны, но явленія вызываются не тѣми причинами, какія онъ указалъ.

Рис. 20. Облако cumulus.
Фотографія M'Adie Санъ-Франциско въ Соед. Шт. Сѣв. Ам.

Общее правило таково: чѣмъ легче газъ, тѣмъ онъ съ большею скоростью диффундируетъ въ окружающіе его другіе газы, при этомъ каждый газъ распространяется такъ, какъ будто кругомъ него вовсе нѣтъ газовъ. Газы, входящіе въ составъ атмосферы, *стремятся* поэтому каждый

занять только то пространство, которое каждый изъ нихъ занималъ бы, если бы существовалъ въ видѣ особой атмосферы. На прилагаемой діаграммѣ указаны въ километрахъ

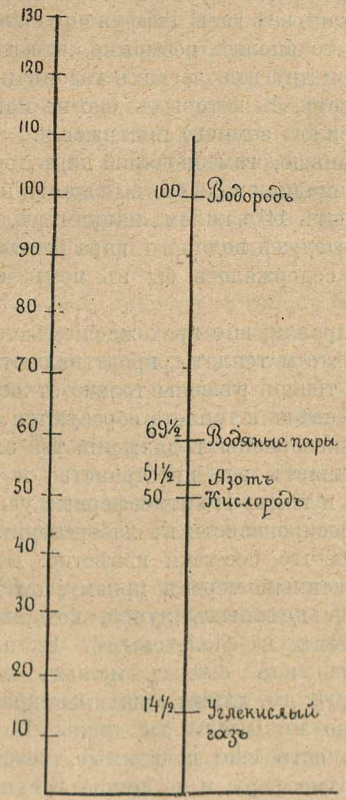


Рис. 21. Диффузивные предѣлы газовъ, составляющихъ атмосферу.

предѣлы, до которыхъ атмосферные газы, подчиняясь этому правилу, стремятся расположиться (рис. 21).

Такое идеальное окончательное распредѣленіе газовъ никогда не осуществляется вслѣдствіе постояннаго движенія ихъ. Но такъ какъ всѣ газы диффундируютъ вверхъ такъ же, какъ и внизъ, то вполнѣ возможно, что нѣкоторое количество водорода и другихъ легкихъ газовъ поднялось вверхъ до такихъ высотъ, съ которыхъ оно не могло быть возвращено назадъ силою земного притяженія.

Гораздо раньше, чѣмъ водяной паръ достигаетъ высоты $69^1/_2$ килом., громадная доля его выпадаетъ на землю въ видѣ дождя. На высотѣ $14^1/_2$ килом., напримѣръ, количество находящагося въ воздухѣ водяного пара составляетъ лишь $^1/_{30}$ того, которое содержалось бы въ немъ, если бы паръ не сгущался.

Законы, управляющіе прохожденіемъ черезъ атмосферу солнечнаго свѣта и теплоты, представляютъ проблемы, которыя даже и теперь рѣшены только отчасти. Объясняется это тѣмъ, что свѣтъ и теплота образуются вслѣдствіе видоизмѣненія волнообразныхъ движеній той загадочной среды, которая заполняетъ все пространство и называется эѳиромъ, а также и тѣмъ, что атмосферныя условія невозможно въ точности воспроизвести въ лабораторіи.

Однако кое-что все-таки извѣстно. Бѣлый солнечный свѣтъ, пропущенный черезъ призму, оказывается состоящимъ изъ ряда цвѣтныхъ лучей, которые располагаются между краснымъ и фіолетовымъ. Видимые фіолетовые лучи состоятъ изъ самыхъ малыхъ волнъ, приблизительно въ 0,00001 дм. длины, а видимые красные—изъ волнъ приблизительно въ 0,00003 дм. длины. Но за этими видимыми лучами есть еще невидимые, которые оказываютъ вліяніе и на атмосферу, и на землю и существованіе которыхъ обнаруживается въ явленіяхъ фотографіи. Лучи, лежащіе въ спектрѣ ближе къ крайнему красному, даютъ больше теплоты, чѣмъ свѣта, лежащіе же ближе къ крайнему фіоле-

товому—больше свѣта, чѣмъ тепла. Общее дѣйствіе атмосферы на эти солнечные лучи двояко. При прохожденіи черезъ нее они отчасти поглощаются, отчасти разсѣеваются. Голубые и фіолетовые лучи наиболѣе подвержены этимъ вліяніямъ, красные—наименѣе. Профессоръ Ланглей (Langlay) показалъ, что изъ атмосферы разсѣевается столько голубыхъ лучей, что, если бы можно было посмотрѣть на солнце съ наружной стороны нашей атмосферы, оно показалось бы намъ голубымъ, а не бѣлымъ.

Поглощеніе лучей и притомъ преимущественно тепловыхъ, какъ это показано проф. Тиндалемъ, производится, главнымъ образомъ, водянымъ паромъ, находящимся въ атмосферѣ, а разсѣяніе ихъ—мелкими частицами пыли и замерзшимъ паромъ.

Красный цвѣтъ неба при заходѣ солнца обусловливается тѣмъ, что при этомъ лучи солнца, прежде чѣмъ дойти до нашихъ глазъ, должны проникнуть сквозь толщу атмосферы въ 1400 кил. вмѣсто 80 кил., черезъ которые имъ приходится проходить, когда солнце стоитъ надъ головою. Благодаря этому голубые лучи почти всѣ разсѣеваются по пути, и остаются однѣ длинныя волны красныхъ лучей. Тѣмъ же объясняется красный цвѣтъ солнца, если смотрѣть на него сквозь туманъ: туманныя частицы поглощаютъ и разсѣеваютъ много голубыхъ лучей.

Голубой цвѣтъ неба, когда солнце стоитъ высоко надъ горизонтомъ, какъ объясняетъ это лордъ Ралей, зависитъ отъ непоглощенныхъ голубыхъ лучей: разсѣеваемые большею частью подъ прямыми углами къ направленію остальныхъ лучей солнца, эти лучи отбрасываются атмосферой и, идя къ нашимъ глазамъ со всѣхъ точекъ неба, придаютъ ему голубую окраску. Безъ нихъ небо представлялось бы намъ въ видѣ чернаго фона.

Когда свѣтовые лучи солнца проходятъ черезъ сухой воздухъ, они очень мало нагрѣваютъ его. Поглощеніе лучей производится, главнымъ образомъ, водяными парами,

которые, входя въ составъ атмосферы небольшимъ количествомъ, играютъ въ ея нагрѣваніи крайне важную роль; профессоръ Гилль (Hill) полагаетъ, что паръ въ 764 раза дѣятельнѣе въ этомъ отношеніи, чѣмъ сухой воздухъ. Остающіеся отъ поглощенія солнечные лучи, достигая земной поверхности, преобразовываются въ невидимые тепловые, которые обладаютъ свойствомъ, не позволяющимъ имъ снова уйти въ пространство чрезъ атмосферу. Пойманные, подобно омарамъ въ корзинкѣ, они передаютъ свою энергію сначала земной поверхности, а затѣмъ прилегающему къ ней воздуху. Такимъ образомъ, атмосфера на самомъ дѣлѣ дѣйствуетъ въ родѣ оранжерейныхъ стеколъ, которые пропускаютъ сквозь себя свѣтовые лучи, но задерживаютъ ихъ на возвратномъ пути, когда они превратятся въ темные тепловые.

Верхнія области атмосферы были бы холоднѣе, чѣмъ теперь, если бы не происходила передача теплоты отъ нижнихъ слоевъ. Это проведеніе тепла вверхъ играетъ такую важную роль въ экономіи атмосферы, въ образованіи облаковъ, дождя, всякаго рода бурь, что надо удѣлить ему нѣсколько болѣе вниманія.

Мы уже видѣли, что вообще, поднимаясь вверхъ, воздухъ охлаждается на 1°C на каждые 100 м. Слѣдовательно, пока въ окружающемъ воздухѣ быстрота паденія температуры съ высотой будетъ такова же или нѣсколько *меньше*, атмосфера будетъ оставаться по вертикальному направленію въ равновѣсіи, т. е. въ этомъ направленіи не будетъ происходить никакихъ самопроизвольныхъ передвиженій. При такихъ условіяхъ обмѣнъ теплоты можетъ происходить только вслѣдствіе расширенія и того верхняго растеканія, которое описано въ гл. IV, и которымъ обусловливается общая циркуляція между полюсами и экваторомъ (см. гл. V). Но когда воздухъ вблизи поверхности земли не только нагрѣвается дѣйствіемъ измѣненныхъ землею солнечныхъ лучей, но одновременно обогащается парами, то его охлажденіе идетъ медленнѣе: при этихъ условіяхъ даже при $16^1/_2$°C (лѣтняя температура

Англіи), онъ охлаждается на 1°C лишь съ каждыми 220 м. подъема, а при 33°C (что часто бываетъ подъ тропиками) на 1°—только съ каждыми 275 м. Слѣдовательно, въ этихъ случаяхъ, разъ движеніе вверхъ началось, оно можетъ продолжаться, такъ какъ поднимающійся воздухъ оказывается постоянно теплѣе, а слѣдовательно, и легче, чѣмъ тотъ, который онъ встрѣчаетъ при поднятіи. При этомъ происходятъ соотвѣтствующія опусканія холоднаго воздуха, находящагося наверху,—опусканія, продолжающіяся до тѣхъ поръ, пока значительное количество теплоты, полученное воздухомъ вблизи земной поверхности, не будетъ перенесено вверхъ. Эти направляющіяся вверхъ теченія переносятъ животворную теплоту въ верхніе холодные горизонты атмосферы, подобно тому, какъ артеріальная кровь переноситъ теплоту къ нашимъ конечностямъ; для жизни атмосферы эта теплота такъ же необходима, какъ теплота крови для жизни животныхъ. Не будь этого спасительнаго перемѣщенія избытка теплоты изъ окружающей насъ среды, она скоплялась бы по временамъ въ такомъ количествѣ, что жизнь становилась бы, особенно подъ тропиками, совершенно невыносимою. Если скорость паденія температуры атмосферы съ высотою становится очень велика, т.-е. достигаетъ приблизительно 1°C на 55 м. или даже больше, то происходитъ токъ вверхъ даже при сравнительно сухомъ воздухѣ, образуются дождевыя облака и вспыхиваетъ молнія. Если такія условія, какъ это часто встрѣчается подъ тропиками, охватываютъ значительныя пространства, то, вслѣдствіе напора окружающаго воздуха, образуется циклонъ, если же явленіе еще рѣзче и простирается на небольшую площадь, то можетъ образоваться торнадо, или вихрь.

Проф. Аббе (Abbé), членъ Метеорол. бюро Соедин. Штатовъ, считаетъ предѣломъ конвекціонныхъ (восходящихъ) теченій высоту 9000 м., т.-е. приблизительно высоту высочайшей горы — Эвереста. Выше температура падаетъ весьма быстро, какъ видно изъ записей, сдѣланныхъ самопишущими приборами

на свободныхъ аэростатахъ l'Aerophile во Франціи и Cirrus въ Германіи, которые 21 марта 1892 г. и 7 іюля 1894 г. поднялись на одну и ту же высоту, именно на 16000 м. Въ первомъ случаѣ температура стояла на $75^1/_2°$ ниже 0, такъ что при постоянствѣ той же самой быстроты паденія температура безвоздушныхъ пространствъ, т. е.—376°, должна находиться приблизительно на высотѣ 48 километровъ.

Обыкновенно скорость паденія температуры съ поднятіемъ вверхъ, начиная со $30^1/_2$ м. высоты, равняется 1°C на каждые 175 м.

Изъ указаннаго факта болѣе медленнаго охлажденія при поднятіи насыщеннаго парами воздуха надъ нагрѣтою мѣстностью, чѣмъ надъ ненагрѣтой, можно легко понять, почему кучевыя облака и проливные дожди бываютъ чаще днемъ и въ теплыхъ широтахъ, чѣмъ ночью и вблизи полюсовъ. Дѣйствительно, при 0°C и надъ уровнемъ моря даже насыщенный воздухъ охлаждается на 1°C съ поднятіемъ на каждые 149 м., и потому, если бы не существовало приносящихся изъ другихъ областей теплоты облаковъ, то въ арктическихъ поясахъ наблюдались бы очень незначительные подъемы и выпаденія конденсированныхъ паровъ.

ГЛАВА VII.

Роса, туманъ и облака.

Когда мы слѣдимъ за легкими полувоздушными очертаніями перистыхъ облаковъ, рѣющихъ, какъ это обыкновенно бываетъ, подъ самымъ небеснымъ сводомъ, или когда наблюдаемъ, какъ, при наступленіи грозы, клочья разорванныхъ тучъ спускаются настолько низко надъ землею, что окутываютъ наполовину даже невысокіе холмы—въ томъ и другомъ случаѣ мы присутствуемъ при начальной фазѣ того процесса, путемъ котораго пары атмосферы отдѣляются отъ своихъ газообразныхъ спутниковъ и дѣлаются видимыми. Когда жемчужныя капли росы осѣдаютъ на свѣжіе лепестки нашихъ розъ, или когда изъ тучъ начинаютъ падать дождевыя капли, мы наблюдаемъ дальнѣйшія стадіи того же процесса. Еще одна перемѣна декораціи—и на черную землю, подобно цвѣтамъ, разбрасываемымъ руками ангеловъ, спускаются красивыя шестилучевыя снѣжинки, одѣвая ее мало-по-малу покровомъ ослѣпительной бѣлизны. Еще болѣе поразительная картина: изъ сверкающихъ молніею грозовыхъ тучъ, какъ изъ какого-то невѣдомаго небеснаго ледника, съ трескомъ сыплются на землю бѣлые ледяные шарики.

Вода измѣнчива, какъ цвѣтъ хамелеона, и это большое счастье для насъ. Какъ скученъ былъ бы міръ безъ чудныхъ тоновъ, въ которые окрашиваются облака при закатѣ и какою былъ бы онъ пустыней безъ дождей!

Къ счастью, водяные пары, въ отличіе отъ другихъ газовъ, претерпѣваютъ всѣ свои превращенія въ предѣлахъ температуръ, свойственныхъ нашей планетѣ.

Твердая при 0° С, вода остается жидкою до 100° С, а затѣмъ принимаетъ газообразное состояніе. Мало того, воздухъ словно постоянно испытываетъ жажду и постоянно при всякихъ температурахъ, путемъ испаренія, подымаетъ пары съ поверхности жидкой воды и даже съ поверхности твердаго льда; дѣлаясь невидимой въ состояніи пара, вода странствуетъ между другими газами атмосферы.

Существуетъ однако предѣлъ этой способности воздуха поглощать „напитокъ трезвыхъ“, и, подобно жаждѣ людей, этотъ предѣлъ зависитъ отъ температуры. Такъ, въ то время, какъ кубическій метръ воздуха при —10° С можетъ вмѣстить въ себѣ только 2,4 гр. водянаго пара, при +5° С это количество уже возрастаетъ до 3,4 граммъ, а при+25° С въ томъ же самомъ объемѣ воздуха можетъ содержаться въ невидимомъ состояніи уже 22,8 граммъ паровъ.

Приведемъ примѣръ для большого масштаба. Предположимъ, что воздухъ въ комнатѣ съ квадратнымъ поломъ по 6 метровъ въ сторонѣ, при высотѣ въ 3 м., при температурѣ въ 15°С вмѣщаетъ въ себѣ столько паровъ, сколько это для него возможно. Тогда, при общемъ вѣсѣ воздуха въ 140 килогр., водяной паръ вѣсилъ бы только 1,32 килогр., и, если бы его сгустить въ воду, онъ не наполнилъ бы и $1^1/_2$ литра.

Въ томъ случаѣ, когда содержаніе водянаго пара въ воздухѣ достигаетъ своего предѣла, т.-е. дальше не можетъ быть увеличено, говорятъ, что воздухъ насыщенъ влагою. А такъ какъ, по мѣрѣ охлажденія, предѣлъ этотъ становится все ниже и ниже, то ясно, что воздухъ, ненасыщенный водянымъ паромъ, легко сдѣлать насыщеннымъ: стоитъ только довести его *до опредѣленной* температуры, охладивъ на то или иное число градусовъ. Такая температура называется обыкновенно точкою росы и зависитъ отъ того, какова была

температура воздуха до его охлажденія и сколько въ немъ содержалось паровъ.

Если воздухъ очень влаженъ и сильно нагрѣтъ, то самаго небольшого пониженія температуры достаточно для образованія облаковъ и выпаденія дождя. Поэтому облака и дожди легче образуются въ теплыхъ странахъ, хотя подъ вліяніемъ другихъ условій они оказываются иногда болѣе постояннымъ явленіемъ въ холодныхъ странахъ.

То, что́ мы обыкновенно обозначаемъ словомъ влажность воздуха, еще не указываетъ на количество содержащихся въ воздухѣ водяныхъ паровъ, такъ какъ нагрѣтый воздухъ можетъ заключать въ себѣ водяныхъ паровъ больше, чѣмъ холодный, и не казаться болѣе влажнымъ. Влажность опредѣляется близостью точки росы къ настоящей температурѣ воздуха, а точка росы, какъ уже сказано, зависитъ и отъ количества пара въ воздухѣ, и отъ температуры послѣдняго.

Влажность воздуха въ Европѣ колеблется въ различные мѣсяцы между 85%—66%. Въ Петербургѣ средняя годовая влажность равна 82%.

Надъ поверхностью океановъ влажность обыкновенно больше, какъ въ жаркихъ, такъ и въ холодныхъ широтахъ; внутри же материковъ, въ пустыняхъ она спускается даже до 15%. Если подыматься вверхъ отъ земли до уровня, на которомъ находятся болѣе низкія облака, влажность воздуха возрастаетъ до тѣхъ поръ, пока на уровнѣ облаковъ не будетъ достигнута точка росы, или точка облаковъ, гдѣ воздухъ уже насыщенъ влагою.

Сама роса есть не что иное, какъ влага, осѣвшая на поверхность находящихся вблизи земной поверхности тѣлъ, которыя въ силу излученія теплоты охладились ниже точки росы окружающаго воздуха.

Д-ръ Уэльсъ (Wells), въ 1783 г., первый предложилъ такого рода объясненіе, полагая при этомъ, что влага происходитъ всецѣло изъ окружающаго воздуха. Однако недавно Джонъ Эйткенъ (John Aitken) изъ Эдинбурга и дру-

гіе показали, что большая часть влаги берется при этомъ изъ почвы и изъ растеній, на которыхъ роса осѣдаетъ. Въ самомъ дѣлѣ, растенія, подобно людямъ, постоянно потѣютъ (испаряютъ изъ себя воду). Днемъ выдѣляемая ими влага вслѣдствіе нагрѣванія превращается въ паръ и уносится дѣйствіемъ вѣтра. Только въ прохладныя и тихія ночи и раннимъ утромъ вода скопляется на поверхности разныхъ предметовъ въ видѣ капель.

Иней есть не что иное, какъ роса, образующаяся въ тѣхъ случаяхъ, когда точка росы оказывается ниже точки замерзанія воды.

Мѣстные туманы обыкновенно образуются въ низкихъ рѣчныхъ долинахъ, гдѣ воздухъ, поднимающійся отъ воды или влажной почвы, близокъ къ насыщенному состоянію.

Кажется страннымъ, но тѣмъ не менѣе это вѣрно, что красивый бѣлый туманъ деревенскихъ долинъ — близкая родня безобразнымъ, внушающимъ отвращеніе туманамъ нашихъ большихъ городовъ. Лондонскій туманъ есть просто туманъ долины Темзы, смѣшанный съ выдѣляющимся изъ многочисленныхъ трубъ дымомъ, который вслѣдствіе отсутствія вѣтра вверху, не относится дальше. Когда мы получимъ возможность устранить этотъ дымъ, исчезнутъ и знаменитые лондонскіе туманы въ томъ видѣ, какъ мы ихъ теперь знаемъ.

На морѣ туманы встрѣчаются особенно часто въ лѣтнее время, и особенно вблизи такихъ холодныхъ теченій, какъ около Нью-Фаундлэнда, гдѣ теплый влажный воздухъ Гольфштрема проносится надъ холоднымъ теченіемъ Лабрадора; въ Беринговомъ морѣ, гдѣ Японское теченіе встрѣчается съ арктическими льдами; теченіе у мыса Горна и пр.

У Санъ-Франциско съ поверхности Тихаго океана подымаются холодные туманы, которые распространяются по улицамъ города и даже въ маѣ заволакиваютъ солнце, но, къ счастью, это туманъ бѣлаго цвѣта.

Облака, носящіяся по поднебесью, уже издавна были пред-

метомъ и удивленія, и восхищенія сыновъ человѣческихъ. Въ древнихъ писаніяхъ, задолго до Аристофана, написавшаго свою безсмертную комедію „Облака“, мы находимъ много-

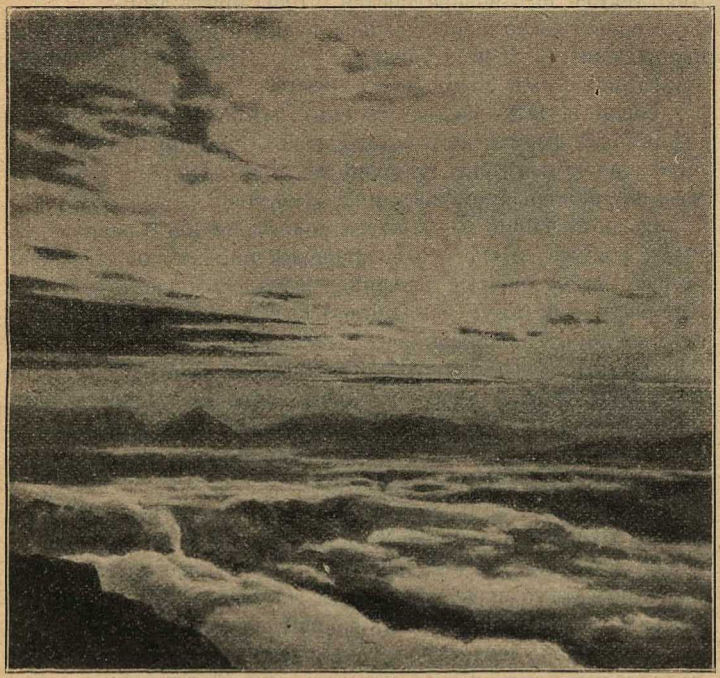


Рис. 22. Послѣ бури.
Съ Croix de fer въ Швейцаріи. 2150 м. надъ ур. м.

численныя упоминанія облаковъ. Іовъ говоритъ: „онъ заключаетъ воды въ облакахъ своихъ“, „онъ собираетъ капли воды; онѣ во множествѣ изливаются дождемъ“. „Кто можетъ

также постигнуть протяженіе облаковъ?“ Въ Экклезіастѣ мы имѣемъ удивительно ясное пониманіе всего круговорота воды на землѣ, выраженное въ слѣдующихъ стихахъ: „всѣ рѣки текутъ въ море, однако море не переполняется. Куда рѣки текутъ, онѣ возвращаются, чтобы опять течь“.

Первымъ, кто серьезно наблюдалъ и описывалъ облака, былъ квакеръ Люкъ Говардъ (Luke Howard), занявшійся этимъ вопросомъ впервые въ 1783 г.

Говардъ далъ общее дѣленіе всѣхъ облаковъ на три первичныя формы: stratus (слоистыя), cumulus (кучевыя) и cirrus (перистыя); онъ пріурочилъ то же дѣленіе и къ ихъ высотѣ—низкія, промежуточныя и высокія.

Въ позднѣйшіе годы, когда наши познанія о разнообразныхъ формахъ и способахъ происхожденія облаковъ расширились, такое простое дѣленіе, оказалось недостаточнымъ. Клементъ Лей (Rev. Clement Ley), Ральфъ Аберкромби (Ralph Abercromby), Гильдебрандсонъ (Dr. Hildebrandsson), Феттинъ (Dr. Vettin) и Экхольмъ (Ekholm) и Гагстромъ (Hagstrom) изучали формы, высоты облаковъ и происходящія съ ними перемѣны и разработали эти вопросы съ достаточною полнотою. Выводы изъ ихъ изслѣдованій вкратцѣ изложены въ „International Cloud Atlas“, опубликованномъ отъ лица международнаго конгресса въ 1894 г. въ Упсалѣ, въ Швеціи.

Не входя въ подробности, слѣдующая таблица даетъ общее понятіе о разновидностяхъ облаковъ и о соотвѣтствующихъ высотахъ ихъ нахожденія, начиная съ самыхъ низкихъ; разные виды облаковъ охарактеризованы въ рубрикѣ, озаглавленной „свойство“, какъ влажные или сухіе, соотвѣтственно тому, какою погодою они обыкновенно сопровождаются:

Разновидности облаковъ.

Высота въ метрахъ.		Названіе.	Внѣшній видъ.	Свойство.
1) Отъ уровня моря до 900 м.		Stratus.	Такъ наз. приподнятый туманъ.	Сухія и влажныя.
2) отъ 1.350 до 1.850.		Cumulus.	Округленныя кучи.	Сухія.
3) отъ 1.350 до 7.300		Cumulo-nimbus.	Башнеподобныя съ округлой вершиною и плоск. основаніемъ.	Влажныя.
4) 1.950.		Strato-cumulus.	Темные свитки.	Сухія.
5) 1.950.		Nimbus.	Темныя безформенныя массы облаковъ.	Влажныя.
6) Отъ 3.050 до 6.400.		Cirro-cumulus.	Курчавыя облака, небо покрыто барашками.	Сухія.
Средняя высота	8.250	Cirro-stratus.	Легкое бѣловатое покрывало, образующее сіяніе вокругъ солнца и луны.	Влажныя.
	8,250	Cirrus.	Отдѣльныя перистыя бѣлыя облака.	Сухія.

Ради большей простоты одинъ или два вида облаковъ мною пропущены.

Характеръ облаковъ виденъ изъ приведенныхъ фотографій. Рис. 20—Cumulus, рис. 22—Stratus, рис. 23 и 24 — Strato-Cumulus, рис. 25—Cirro-Cumulus, рис. 26—Cirrus.

Прежде полагали, что облака образуются просто вслѣдствіе того, что холодный воздухъ смѣшивается съ теплымъ. В 1788 г. д-ръ Гёттонъ (Hutton) изъ Эдинбурга предложилъ

свой знаменитый законъ смѣсей, который, говоря коротко, состоялъ въ слѣдующемъ: если смѣшиваются двѣ массы воздуха, имѣющія различныя температуры, то болѣе холод-

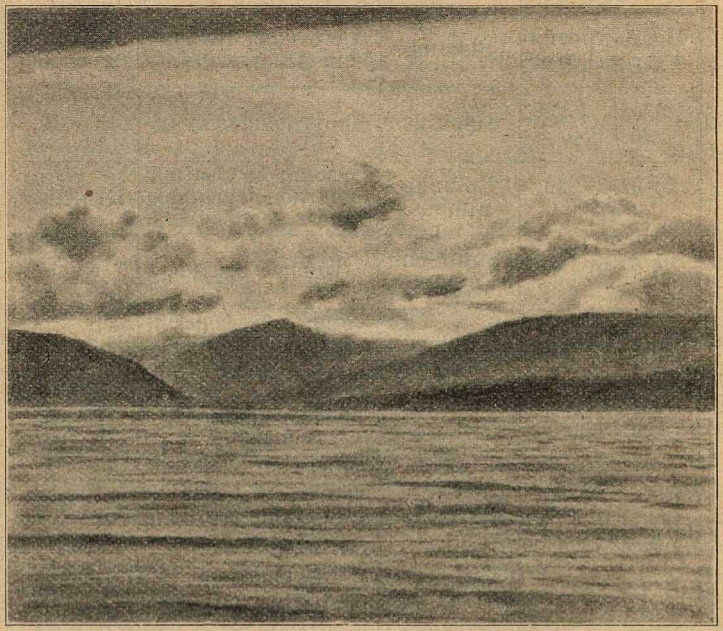


Рис. 23. Strato-Cumulus (низкія).
Фотографія G. W. Wilson, Aberdeen.

ный воздухъ производитъ въ тепломъ сгущеніе водяныхъ паровъ, такъ какъ смѣсь ихъ, обладая болѣе низкой температурой, не можетъ содержать столько воды въ парообразномъ состояніи, сколько прежде содержалъ нагрѣтый воздухъ. Д-ръ фонъ-Бецольдъ (Von Bezold) недавно (1890) за-

нялся изслѣдованіемъ этого вопроса и показалъ, что если насыщенный теплый воздухъ смѣшивается съ ненасыщеннымъ

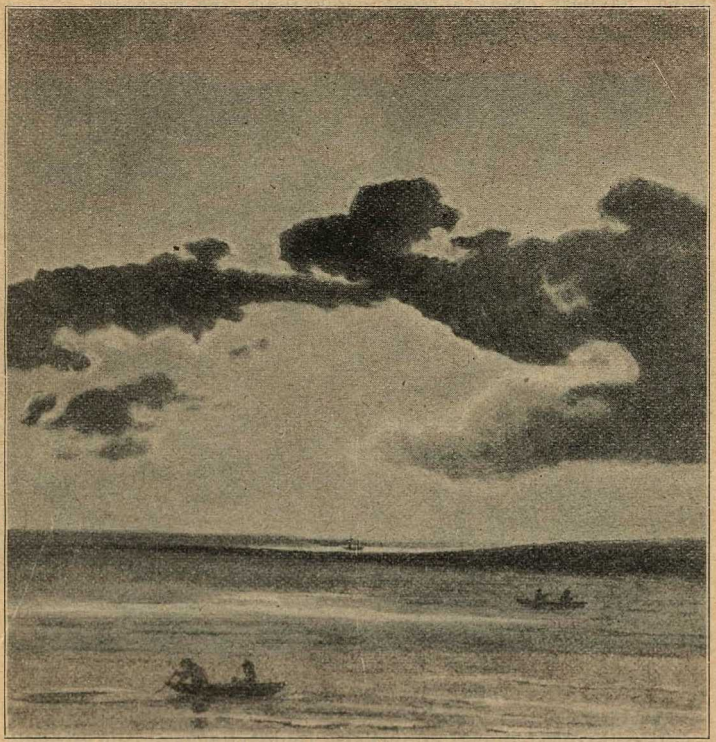


Рис. 24. Strato-Cumulus (высокія).
Фотографія G. W. Wilson, Aberdeen.

холоднымъ, то облака образуются въ большемъ количествѣ, чѣмъ когда насыщенный холодный воздухъ проникаетъ въ

массу теплаго ненасыщеннаго. Эти два случая можно соотвѣтственно иллюстрировать, открывая въ холодный день дверь прачешной и въ теплый день дверь ледника. Въ первомъ случаѣ сразу образуется туманъ, во второмъ — онъ не образуется вовсе.

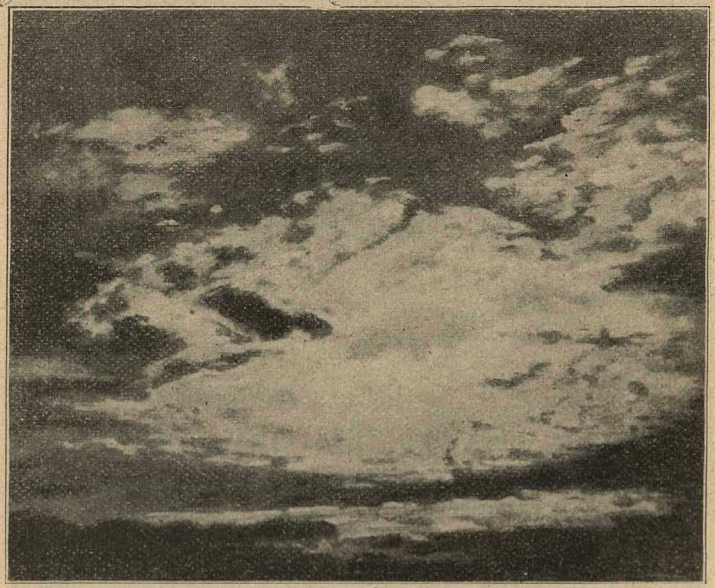


Рис. 25. Cirro-Cumulus.

Во всякомъ случаѣ, по мнѣнію Бецольда, дѣйствіе смѣшенія въ природѣ въ общемъ незначительно. Оно наблюдается обыкновенно тогда, когда надъ холоднымъ воздухомъ располагается слой теплаго. Небольшія облака stratus, cirro-cumulus и cirro-stratus обязаны своимъ образованіемъ отчасти такого рода дѣйствію.

Когда одно теченіе воздуха пересѣкаетъ другое, обладающее иной скоростью, на послѣднемъ образуются волны или рябь совершенно такъ же, какъ образуются волны на морѣ, когда надъ нимъ проносится вѣтеръ. На гребняхъ такихъ волнъ будутъ находиться облака, а впадины между волнами

Рис. 26. Cirrus (разновидн. Tracto-Cirrus).
Garnier, Boulogne Observatory.

будутъ свободны отъ нихъ. Мелкіе барашки на небѣ, или cirro-cumulus, и длинные свитки strato-cumulus, бѣгущіе одинъ за другимъ послѣ бури, съ дождями и промежутками ясной погоды въ нѣсколько сотъ футовъ—могутъ служить примѣрами такихъ воздушныхъ волненій въ большомъ и маломъ масштабѣ.

Однако наиболѣе общею причиною образованія облаковъ служитъ охлажденіе воздуха вслѣдствіе его расширенія при

поднятіи; поднятіе при этомъ можетъ быть обусловлено или свободнымъ расширеніемъ воздуха, или насильственнымъ его вталкиваніемъ вдоль склоновъ горъ, или, наконецъ, его втягиваніемъ вверхъ во время бури.

Когда пониженіе температуры атмосферы, по мѣрѣ поднятія вверхъ, больше одного градуса на каждые 100 м., тогда теплый воздухъ подъ вліяніемъ мѣстнаго нагрѣванія будетъ восходить кверху и охлаждаться до тѣхъ поръ, пока температура дойдетъ до точки росы, пары сгустятся и образуется облако. Затѣмъ воздухъ, уже насыщенный влагою, будетъ охлаждаться съ меньшею противъ прежняго быстротою, приблизительно на $^1/_2°$ на каждые 100 м. Подъемъ воздуха выше уровня облаковъ будетъ совершаться слѣдовательно легко, пока въ немъ достаточно влаги.

Облака часто скопляются массами на горахъ въ то время, какъ надъ окрестными равнинами ихъ нѣтъ. На обыденномъ языкѣ говорится, что „горы притягиваютъ облака“. Въ буквальномъ смыслѣ это, конечно, неправильно. Облака въ этихъ случаяхъ обязаны своимъ происхожденіемъ, главнымъ образомъ, тому, что нижележащіе слои воздуха выталкиваются вверхъ по склонамъ горъ и, расширяясь, охлаждаются до точки росы.

Облака какъ въ тропическихъ странахъ, такъ и въ болѣе высокихъ широтахъ, находятся также въ связи съ циклонами, или большими бурями: въ центрѣ этихъ послѣднихъ находится влажный воздухъ, который постоянно поднимается вверхъ и растекается тамъ надъ сухимъ воздухомъ окрестностей.

Приближеніе такой бури, часто за нѣсколько миль, возвѣщается появленіемъ большихъ спутанныхъ массъ высокихъ перистыхъ облаковъ, какъ бы сходящихся къ одной точкѣ ниже горизонта, что представлено на рис. 27; эти облака знаменуютъ собою стеканіе влажнаго воздуха, поднявшагося въ центрѣ циклона. Они называются „предостерегающими перистыми облаками“, такъ какъ ихъ появленіе и движеніе (отъ центра циклона, въ отличіе отъ низко пла-

вающихъ облаковъ, которыя двигаются наоборотъ къ центру) указываетъ на мѣсто и характеръ приближающагося возмущенія. Вскорѣ послѣ того, какъ небесное метеорологическое бюро вывѣситъ этотъ грозный сигналъ, подъ этими перистыми клочками появляются слои cirro-strati (№ 7 таблицы), которыя заволакиваютъ солнце и нерѣдко, преломляя его лучи въ образующихъ ихъ ледяныхъ призмочкахъ, создаютъ вокругъ него большой кругъ. Послѣдній актъ этой

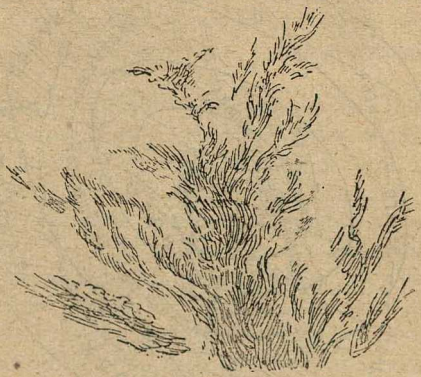


Рис. 27.

драмы въ воздухѣ разрѣшается появленіемъ на сцену высоко расположенныхъ stratus и nimbus (№ 5) на ряду съ обрывками stratus (№ 1) въ самомъ низу. Эти ниже расположенныя облака, описывая круги, приближаются къ центру циклона, образуя все болѣе и болѣе значительный уголъ съ направленіемъ движенія удаляющихся отъ центра перистыхъ облаковъ. Если, напр., центръ циклона несется по направленію SW, cirrus будутъ двигаться въ томъ же направленіи; cirrostratus—на S, нижнія облака—SO, а вѣтеръ надъ самою поверхностью земли—OSO.

Самый разгаръ бури наступаетъ, когда прибудутъ nimbi, разражающіеся дождемъ или снѣгомъ; послѣ этого облака начинаютъ постепенно исчезать въ порядкѣ, обратномъ ихъ появленію. Исключеніе составляютъ верхнія облака, благодаря тому, что наверху перемѣщенія въ направленіи движенія циклона, происходятъ быстрѣе, облака тамъ от-

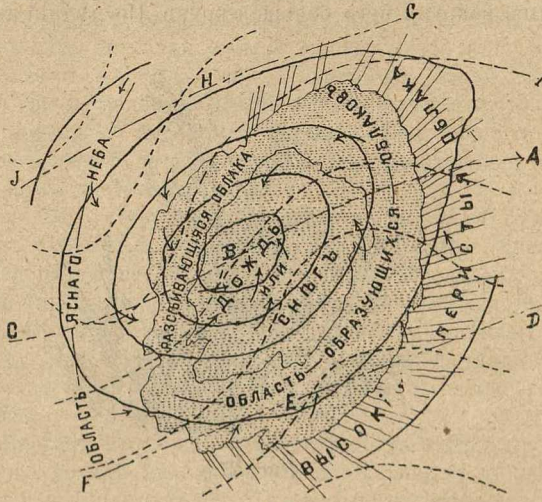


Рис. 28.

носятся впередъ и въ обратномъ ходѣ явленій, когда послѣ дождя небо начинаетъ проясняться, уже не играютъ такой важной роли, какъ раньше. Рис. 22 изображаетъ верхнюю часть неба послѣ бури въ Альпахъ, съ высоты болѣе 2000 м. Нижнія облака или туманъ находятся ниже зрителя.

На рис. 28 изображено положеніе облаковъ въ Европейскомъ циклонѣ. Непрерывныя линіи означаютъ изобары, пунктированныя линіи — изотермы. Почти вся масса облаковъ

какъ видно изъ чертежа, сосредоточивается впереди центральнаго кольца низкаго давленія.

Изъ числа особенныхъ формъ облаковъ можно назвать здѣсь облако-скатерть надъ Столовой горою въ Капской землѣ и подобной же формы облака надъ Пилатусомъ, Атласомъ, надъ Гибралтарской скалой и пр. Всѣ онѣ образуются вслѣдствіе того, что токъ влажнаго теплаго воздуха несется надъ горой, которая во время его движенія надъ холодной вершиною сгущаетъ заключающіеся въ немъ водяные пары. Когда же этотъ воздухъ пронесется черезъ гору, влага облаковъ, приходя въ соприкосновеніе съ болѣе теплымъ воздухомъ окружающихъ гору мѣстъ, снова поглощается, и облако исчезаетъ.

Аналогичное явленіе наблюдается въ Новой Зеландіи, когда поперекъ южныхъ Альпъ дуетъ влажный сѣверо-западный вѣтеръ, сопровождающійся проливными дождями; въ это время на западныхъ склонахъ горъ, вдоль вершины ихъ хребта тянется длинная полоса облаковъ, образующаяся въ силу указанныхъ причинъ и простирающаяся на нѣкоторое разстояніе и дальше, надъ долинами, расположенными къ востоку отъ хребта. Восточный край этой полосы остается неподвижнымъ, хотя бы вѣтеръ, какъ это часто бываетъ въ тѣхъ мѣстахъ, дулъ съ силою урагана.

Облака cumulus обозначаютъ направленное вверхъ движеніе воздуха и чаще встрѣчаются лѣтомъ и въ жаркихъ странахъ. Они обыкновенно такъ же громадны и плотны, какъ и широки, и нерѣдко врѣзываются вверхъ въ перистыя облака.

Облака формы stratus обыкновенно очень тонки въ сравненіи съ занимаемой ими площадью, которая можетъ доходить до нѣсколькихъ сотъ миль. Они означаютъ горизонтальное движеніе и преобладаютъ зимою и въ холодныхъ широтахъ.

Облака вообще поднимаются въ продолженіе дня и достигаютъ наибольшихъ высотъ послѣ полудня и вечеромъ. Средняя скорость ихъ движенія возрастаетъ съ высотою

ихъ нахожденія, что̀ согласуется съ теоріей общаго круговращенія атмосферы, изложенною въ гл. V.

Въ исключительныхъ случаяхъ скорость движенія перистыхъ облаковъ достигаетъ 400 кил. въ часъ; но въ среднемъ въ Америкѣ она близка къ 130 кил., а въ Европѣ къ 40.

Рис. 29. Фестончато-кучевыя облака.
Сидней въ Нов. Южн. Уэльсѣ. 18/I 1893.

Другія скорости для различныхъ высотъ облаковъ, какъ они наблюдались на Blue Hill, возлѣ Бостона, были уже приведены на стр. 85.

Наибольшія среднія высоты облаковъ наблюдаются лѣтомъ и наименьшія—зимою. Средняя скорость ихъ движенія ниже—лѣтомъ и выше—зимою.

На рис. 26 изображены перистыя облака, причемъ ясно виденъ ихъ нѣжный волокнистый характеръ. Рѣзко бросается въ глаза контрастъ между облаками изъ ледяныхъ кристалловъ, похожими на бѣлые клубы табачнаго дыма и облаками cumulus (фиг. 20), состоящими изъ тяжелыхъ водяныхъ капель.

Фестончато-кучевыя облака (festooned-cumulus, рис. 29)— особая форма облаковъ, сопровождающаяся громомъ и градовыми бурями. Эти облака напоминаютъ перевернутыя кучевыя облака, и образуются тогда, когда холодный, весьма влажный воздухъ движется надъ горячимъ и весьма сухимъ, какъ это часто встрѣчается въ Колорадо, Австраліи и Индіи. При такихъ условіяхъ сгущеніе паровъ происходитъ исключительно къ верхнемъ холодномъ слоѣ; въ нижнемъ же тепломъ его совершенно не бываетъ. Участки верхняго слоя падаютъ внизъ большими луковицеобразными массами, подобно водянымъ баллонамъ, которые лопаются, какъ мыльные пузыри, а содержащаяся въ нихъ вода льется, какъ изъ бочки. Иногда эта вода не успѣваетъ достичь поверхности земли, превращаясь въ паръ во время прохожденія черезъ нагрѣтый воздухъ.

ГЛАВА VIII.

Дождь, снѣгъ и градъ.

Дождь есть конечная стадія сгущенія водяныхъ паровъ въ воду, тогда какъ облако — промежуточная стадія этого процесса. Туманъ, изъ котораго состоятъ облака, образованъ изъ крошечныхъ капелекъ воды около $^1/_{3000}$ дюйма въ діаметрѣ. Считали особенно трудною задачею рѣшеніе вопроса, какимъ образомъ эти водяныя частички держатся въ воздухѣ, и одно время полагали, что частички, изъ которыхъ составляются облака, полы.

Теперь намъ извѣстно, что это допущеніе невѣрно и что въ немъ нѣтъ необходимости, такъ какъ оказалось, что даже золото въ видѣ мелкихъ частичекъ можетъ долгое время держаться въ воздухѣ, и чѣмъ частички меньше, тѣмъ дольше могутъ онѣ держаться. Легкаго тока воздуха вверхъ достаточно, чтобы удержать ихъ въ равновѣсіи. По мѣрѣ того, какъ сгущеніе продолжается, эти частички, покрываясь снаружи присоединяющеюся къ нимъ водою увеличиваются въ размѣрахъ; затѣмъ бо́льшія сливаются съ меньшими до тѣхъ поръ, пока не образуются крупныя капли отъ $^1/_{20}$ до $^1/_{10}$ дюйма въ діаметрѣ; капли эти, будучи неспособны держаться въ воздухѣ, падаютъ на землю. Если температура, при которой происходитъ эта дальнѣйшая стадія сгущенія водяныхъ паровъ, ниже точки замерзанія, то образуется снѣгъ Каждая снѣжинка представляетъ собою видоизмѣненіе шестилучевого сростка и сходна съ тѣми кристаллами хими-

ческихъ солей, которые осаждаются изъ растворовъ. Никому еще не удавалось видѣть процесса образованія снѣга, но онъ долженъ быть близокъ къ кристаллизаціи химическихъ солей изъ насыщенныхъ растворовъ.

Градъ, въ отличіе отъ нѣжныхъ кристалликовъ снѣга, состоитъ изъ замерзшихъ водяныхъ капелекъ. Выпаданіе его часто наблюдается въ связи съ грозовыми бурями, и потому сначала полагали, что градъ образуется подъ вліяніемъ электричества. Однако, при свѣтѣ новыхъ научныхъ изслѣдованій, гипотеза эта оказалась не выдерживающей критики. Электричество само является результатомъ, а не причиною подобнаго рода механическихъ возмущеній. Теперь принимаютъ, что во время градовыхъ бурь дождевыя капли, находящіяся въ какомъ-нибудь районѣ бури, увлекаются вверхъ въ высокія области атмосферы могучими восходящими теченіями: скорости въ двадцать пять миль въ часъ достаточно для того, чтобы удержать большія капли отъ паденія; наверху, вслѣдствіе сильнаго холода, капли превращаются въ ледъ; затѣмъ, будучи захвачены стокомъ воздуха, происходящимъ вблизи вершины циклона, онѣ падаютъ, пока не будутъ втянуты во внутрь циклона и снова подняты вихремъ; такимъ образомъ попеременно, то замерзая, то оттаивая и увеличиваясь въ размѣрахъ съ каждымъ оборотомъ, который имъ приходится совершать въ этой атмосферной „маслобойкѣ“, градины, наконецъ, выбрасываются въ обѣ стороны отъ центра бури. Такъ объясняется тотъ фактъ, что при движеніи градовой бури наблюдаются обыкновенно двѣ полосы выпаденія града, по ту и по другую сторону центра, въ то время какъ на мѣстѣ самаго центра часто выпадаетъ только дождь.

Градины нерѣдко достигаютъ огромныхъ размѣровъ. Въ 1697 г. Тайлоръ въ Гертфордширѣ находилъ градины по 14 дюймовъ въ окружности.

Авторъ помнитъ одну градовую бурю въ Индіи на Брамапутрѣ, когда градины пробивали въ брезентѣ, натяну-

нутомъ надъ пароходомъ, такія большія дыры, что ихъ приходилось чинить отдѣльными заплатами. Градовыя бури находятся въ тѣсной связи съ торнадо и, подобно этимъ послѣднимъ, чаще наблюдаются надъ равнинами, въ наиболѣе жаркія и влажныя лѣта, особенно въ жаркихъ и влажныхъ мѣстностяхъ.

Вредъ, причиняемый градомъ жатвамъ, виноградникамъ, фруктовымъ садамъ, заставилъ искать мѣръ для его предупрежденія. Исходя изъ представленій о связи града съ электричествомъ, ставили громоотводы, но безъ всякаго успѣха. Какъ бы по ироніи судьбы градъ иногда упорно выпадалъ въ мѣстахъ, снабженныхъ громоотводами, и избѣгалъ другія. Засаживаніе мѣстности деревьями принесло бы, пожалуй, больше пользы: оно помѣшало бы быстрому нагрѣванію нижнихъ слоевъ воздуха, а въ этомъ, какъ извѣстно, и состоитъ главная причина торнадо и градовыхъ бурь.

Что касается общаго распредѣленія атмосферныхъ осадковъ по различнымъ областямъ поверхности земного шара, то объ этомъ частью было уже говорено.

Дожди, подобно облакамъ, въ бо́льшемъ количествѣ наблюдаются въ гористыхъ странахъ, чѣмъ на равнинахъ. Изъ гористыхъ областей ихъ больше всего тамъ, гдѣ происходитъ охлажденіе воздуха, вызываемое его вынужденнымъ подъемомъ.

Въ Англіи наиболѣе обильные дожди выпадаютъ въ горахъ Уэльса и Кумберлэнда и вообще вдоль холмистыхъ областей сѣверной и западной Англіи. Въ Шотландіи и Ирландіи наблюдается то же самое. Наиболѣе скудные дождевые осадки, ниже 20 дюймовъ, встрѣчаются по восточточнымъ окраинамъ страны. Это различіе отчасти обусловливается тѣмъ, что преобладающіе и наиболѣе богатые влагою вѣтры Англіи, именно юго-западные, теряютъ бо́льшую часть влаги раньше, чѣмъ достигнутъ восточной части страны. Но даже если бы не было этого барьера въ видѣ горъ, количество дождя надъ равнинною частью Англіи не-

многимъ стало бы больше. На картѣ Остъ-Индіи болѣе темные участки рисунка вдоль западныхъ Гатесовъ до Бомбейскаго берега и вдоль Гималаевъ указываютъ опять-таки на

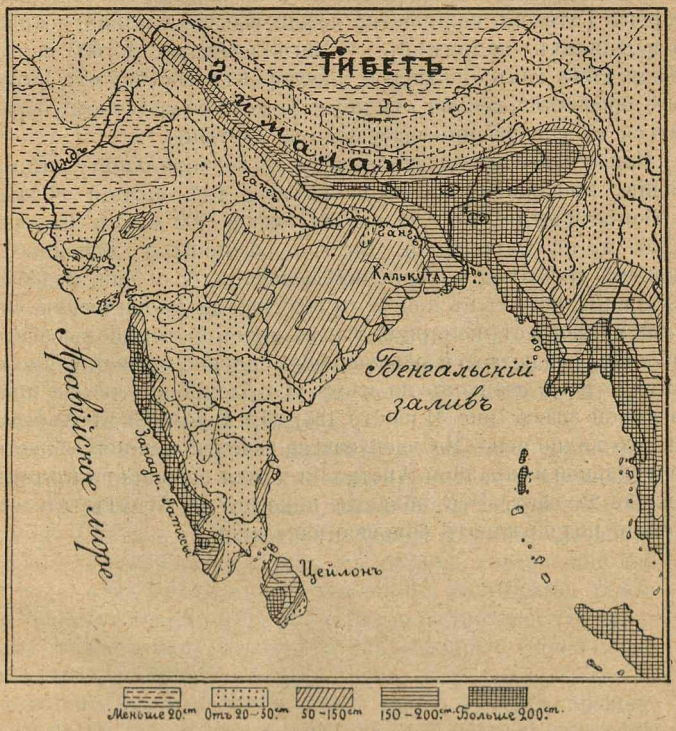


Рис. 30.

вліяніе горъ. Наиболѣе обильны дождевые осадки у сѣверо-восточнаго угла Бенгальскаго залива на холмахъ Казія, образующихъ отвѣсно-падающую стѣну съ высотою болѣе 2000 м., на которую всбрасываются южные муссоны (см. рис. 30). Чи-

рапунжи, на краю этихъ холмовъ, представляетъ собою мѣсто, гдѣ дождя выпадаетъ больше, чѣмъ въ какомъ-либо другомъ мѣстѣ земного шара (около 1250 сант,.), при чемъ половина его приходится на іюнь и іюль. На западной сторонѣ Гатесовъ количество дождя вообще обильно, доходя на вершинахъ, напримѣръ, у Магаллесивара, до 600 сант., между тѣмъ какъ Деканское плоскорье къ востоку отъ Гатесовъ орошается весьма скудно и можетъ со временемъ обратиться въ совершенно высушенную пустыню.

Наибольшее количество дождя, по вертикальному направленію, приходится на такія высоты, гдѣ нижнія облака наиболѣе плотны, т.-е. на высоты около 900 м. въ Европѣ и 1200 м. въ Остъ-Индіи. Внутри обширныхъ, лишенныхъ горныхъ хребтовъ, материковъ, особенно, если они, подобно Австраліи, лежатъ въ поясѣ, отдѣляющемъ тропическую систему вѣтровъ отъ полярной, т.-е. въ поясѣ постоянно высокаго давленія, наблюдается обыкновенно сильное убываніе числа сантиметровъ осадковъ по мѣрѣ углубленія внутрь. На прилагаемой здѣсь (рис. 31 на стр. 126) картѣ дождей въ Австраліи это видно ясно. Во всей слегка заштрихованной области центральной и западной Австраліи дождя выпадаетъ въ годъ меньше 25 сант. Эти области никогда не будутъ въ состояніи поддерживать большое населеніе.

ГЛАВА IX.

Циклоны.

Въ настоящее время всякую большую бурю принято называть циклономъ, такъ какъ найдено, что воздухъ при буряхъ двигается кругомъ и внутрь по направленію къ нѣкоторой центральной площади.

Первоначально слово „циклонъ“ прилагалось только къ рѣдкимъ, но сильнымъ тропическимъ бурямъ, въ то время какъ словами „ураганъ“ и „торнадо“ обыкновенно обозначали безразлично и малыя, и большія бури. Теперь терминъ „торнадо“ метеорологи примѣняютъ лишь къ бурямъ совершенно особаго рода, отличающимся отъ циклоновъ размѣрами, способомъ происхожденія и дѣйствіемъ; надо надѣяться, что также газеты мало-по-малу откажутся отъ обычнаго словоупотребленія, которое ведетъ къ путаницѣ.

Циклонъ представляетъ собою кругъ воздуха, вращающагося почти по горизонтальной спирали вокругъ центральной площади, надъ которой барометрическое давленіе обыкновенно ниже на $^1/_2$—$7^1/_2$ сант., чѣмъ по ея краямъ. Направленіе, въ которомъ происходитъ вращеніе воздуха въ циклонѣ, то же самое, какимъ представлялось бы намъ движеніе земной поверхности въ томъ или другомъ полушаріи, если

бы мы помѣстились на высотѣ нѣсколькихъ миль прямо надъ соотвѣтствующимъ полюсомъ и стали бы смотрѣть внизъ. Діаметръ циклона колеблется отъ 25 до 5,000. килом.

Съ другой стороны, торнадо является узкимъ столбомъ воздуха, толщиною отъ 6 до 450 м., вращающимся съ

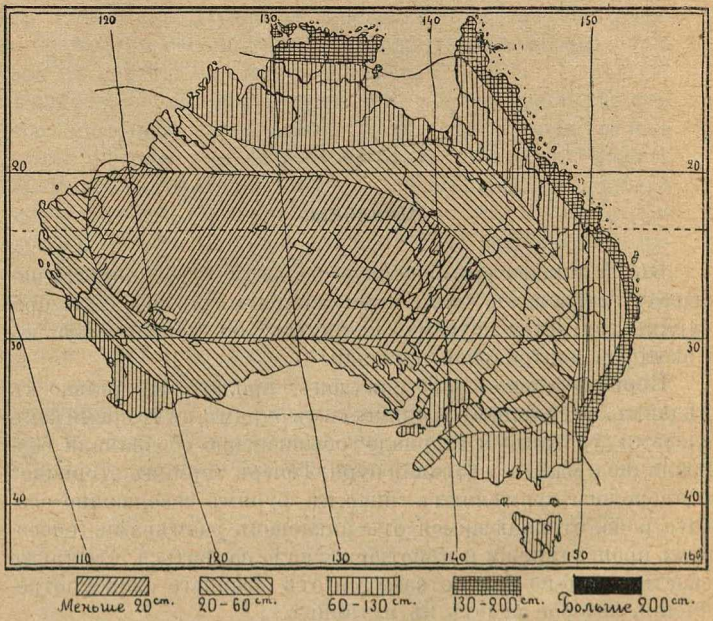


Рис. 31.

огромною, доходящею до 800 километровъ въ часъ скоростью вокругъ центральной воздушной оси; при чемъ по этой оси происходитъ подъемъ воздуха вверхъ со скоростью, въ нѣкоторыхъ случаяхъ доходящею до 160 килом. въ часъ.

Циклонъ—это слонъ, а торнадо—мышь, при чемъ и въ другихъ отношеніяхъ различіе между ними такъ же велико, какъ и между этими двумя животными. Въ виду этого о торнадо будетъ говориться особо, въ слѣдующей главѣ—вмѣстѣ съ вихрями, ливнями и грозовыми бурями, принадлежащими къ одной съ нимъ категоріи.

Много поэтическихъ описаній и изображеній посвящалось грозному величію тропическихъ циклоновъ. Но всѣ описанія блѣднѣютъ передъ дѣйствительностью. Автору пришлось однажды въ восточной части Бенгальскаго залива испытать въ полной силѣ циклонъ, можетъ быть, самый ужасный по числу человѣческихъ жертвъ, именно — циклонъ, извѣстный подъ именемъ Бэкергенскаго (1876, 1-го ноября) *).

Послѣ нѣсколькихъ дней необыкновенно тихой, теплой, сырой погоды съ темнымъ небомъ, багровыми закатами и общимъ тяжелымъ предчувствіемъ, что вотъ-вотъ наступитъ что-то страшное, полилъ ручьями дождь, а съ наступленіемъ ночи поднялся страшный вѣтеръ такой силы, что мнѣ пришлось изнутри заставлять мебелью окна, чтобы они могли противостоять сильному напору извнѣ. Безпрестанно вспыхивала молнія, раздавались раскаты грома, вѣтеръ свирѣпствовалъ съ сатанинскою яростью. Всѣ стихіи, казалось, вырвались на свободу, а общепризнанные физическіе законы потеряли надъ ними всякую силу. Рѣдкость въ той мѣстности сильныхъ бурь дѣлала эту бурю еще болѣе ужасной. Наконецъ прошла адски темная ночь, полная поистинѣ ужаснаго грохота и шума. Сквозь щели нагроможденной мною у оконъ мебели печально проглянуло утро. Я всталъ съ постели и увидѣлъ, что штукатурка съ моего дома повсюду осыпалась. Позже мнѣ пришлось благодарить судьбу за то, что не

*) 12 іюня того же года выпало самое обильное количество дождя изъ всѣхъ, наблюдавшихся когда-либо на землѣ, именно 200 ст. въ 24 часа (въ Чирапунжи, въ Ассамѣ).

случилось ничего похуже: я узналъ страшную новость, что около 100,000 туземцевъ изъ смежной провинціи потонуло въ волнахъ, хлынувшихъ на низменные острова Дакинъ, Шабаспоръ и Ноаколли, въ устьѣ гигантской Брамапутры.

Циклоны, сравнительно рѣдкіе въ тропическихъ странахъ, встрѣчаются преимущественно въ болѣе высокихъ широтахъ, хотя, къ счастью, въ гораздо менѣе ужасной формѣ. За 35-ою параллелью въ сѣверномъ и южномъ полушаріи непрерывно происходятъ движенія небольшихъ циклоновъ вдоль краевъ обширной площади постоянно-низкаго давленія,—это такъ называемые полярные циклоны, обѣгающіе вокругъ обоихъ полюсовъ.

Иногда одинъ изъ этихъ потоковъ проносится надъ нами, и мы переживаемъ бурную и сырую погоду. Иногда онъ отклоняется болѣе къ сѣверу или, наоборотъ, къ югу.

Мѣсто циклоновъ часто занимаютъ обширныя площади высокаго давленія, отъ которыхъ воздухъ спокойно оттекаетъ для того, чтобы питать собою циклоны. Такія области называются антициклонами. Недавнія наблюденія показали что воздухъ, притекающій снизу къ центрамъ циклоновъ и поднимающійся въ этихъ областяхъ разрѣженія, притекаетъ сверху къ антициклонамъ и спускается внизъ въ ихъ центральныхъ областяхъ, которыя являются областями высокаго давленія. Въ то время, какъ на пространствахъ, занятыхъ циклономъ, погода, благодаря восходящему току влажнаго воздуха, облачна и дождлива, въ антициклонахъ, гдѣ воздухъ спускается внизъ, она бываетъ ясною и сухою.

Въ прежнее время, до 1830 г., мало знали о движеніи вѣтровъ въ циклонахъ, и корабли того времени, которымъ особенно приходилось испытывать на себѣ ярость вѣтровъ, зависѣли всецѣло отъ личныхъ распоряженій своихъ капитановъ.

Около начала этого столѣтія нѣкто Капперъ (Capper), состоявшій на службѣ у Остъ-Индской компаніи, выска-

залъ мысль, что бури Бенгальскаго залива суть не что иное какъ крупныхъ размѣровъ вихри.

Въ 1828 г. Довэ (Dové) въ Берлинѣ и вскорѣ послѣ того Редфильдъ (Redfield) въ Америкѣ, Рэйдъ (Reid) въ Англіи и Пиддингтонъ (Piddington) изъ Индіи развили совмѣстно, несмотря на значительное различіе въ мнѣніяхъ, знаменитый „законъ бурь".

Главное положеніе его состояло въ томъ, что вѣтеръ всегда вращается по почти круговой спирали (о формѣ линіи было много безполезныхъ споровъ) вокругъ мѣста наиболѣе низкаго барометрическаго давленія, въ сѣверномъ полушаріи—противъ движенія часовой стрѣлки.

Точно такъ же ими же было установлено, что тропическіе циклоны образуются въ поясѣ, расположенномъ по обѣ стороны экватора между 10^0 сѣв. и южной широты, и движутся оттуда по параболѣ къ полюсамъ, иногда пересѣкая при этомъ тропическіе пояса высокаго давленія; тамъ прекращается ихъ движеніе на западъ, и они врываются въ сѣверный и южный умѣренные пояса, двигаясь въ сѣверо- и юго-восточномъ направленіи. Прилагаемый при этомъ рис. 32 изображаетъ ихъ общее движеніе—согласно этимъ представленіямъ.

Это простое правило дало возможность морякамъ избѣгать такъ называемаго „опаснаго полукруга" (т.-е. передней половины циклона) и опредѣлять по направленію вѣтра направленіе центра бури.

Впослѣдствіе выдающійся голландскій метеорологъ Бейсъ Баллотъ (Buys Ballot) далъ практическое правило, которое помогаетъ запомнить этотъ законъ. Вотъ оно:

„Станьте спиной къ вѣтру съ руками, вытянутыми въ обѣ стороны,—тогда, въ сѣверномъ полушаріи, центръ циклона будетъ у васъ влѣво". Въ южномъ полушаріи онъ будетъ при этихъ условіяхъ, наоборотъ, „вправо".

При такой формулировкѣ правила всецѣло игнорируется искривленіе въ направленіи вѣтра или его наклонъ къ

изобарамъ, окружающимъ центральную площадь циклона. Оказалось, что это наклоненіе возрастаетъ по мѣрѣ удаленія отъ центра бури, равно какъ по мѣрѣ удаленія отъ экватора, не говоря уже о томъ, что на сушѣ оно всегда больше, чѣмъ на морѣ. Такъ, на Филиппинскихъ о-вахъ (14° шир.) уголъ между направленіемъ вѣтра и радіусомъ, прове-

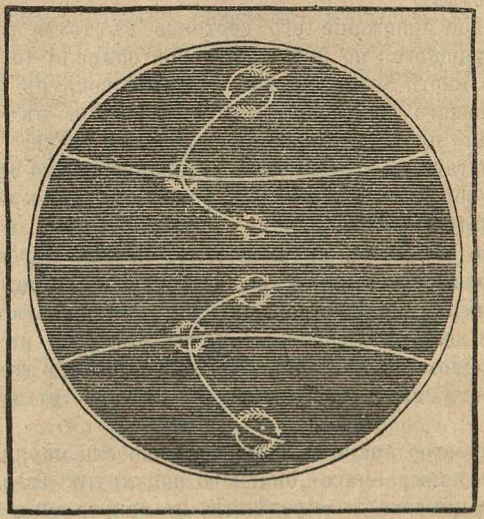


Рис 32.

деннымъ изъ центра циклона къ изобарамъ, равняется 62°, на Бенгальскомъ заливѣ (20° шир.)—57°, въ Соединенныхъ Штатахъ—40°, на Атлантическомъ океанѣ—30°, а въ Англіи покойный Клементъ Лей (rev. Klement Ley) нашелъ его равнымъ приблизительно 20°, тогда какъ по даннымъ капитана Тойнби (Toynbee) даже въ Атлантическомъ океанѣ на 50° сѣв. широты онъ равенъ 30°.

Очевидно, что вблизи экватора для моряковъ не безопасно полагаться на знаменитую старую „круговую теорію“, согласно которой вѣтры дуютъ вдоль изобаръ. Центръ бури, вмѣсто того, чтобы находиться влѣво отъ наблюдателя, стоящаго спиной къ вѣтру, оказывается почти впереди. Д-ръ Мельдремъ съ острова Маврикія, одинъ изъ наиболѣе неутомимыхъ преобразователей „круговой теоріи“, приводитъ случай, когда 24 января 1883 г. капитанъ корабля „Каледонія“, слѣдуя старому правилу, направилъ свой корабль какъ разъ въ центръ бури.

Новое правило совѣтуетъ 1) не итти впереди вѣтра и 2) переводить паруса въ сѣверномъ полушаріи на правую сторону, а въ южномъ — на лѣвую. Такимъ путемъ судно можетъ быть благополучно выведено изъ опасныхъ круговоротовъ.

Тропическіе циклоны чаще всего встрѣчаются въ западныхъ частяхъ Атлантическаго океана, южныхъ и сѣверныхъ—Тихаго и южныхъ—Индійскаго, а также въ Бенгальскомъ заливѣ и Китайскомъ морѣ, гдѣ они носятъ названіе тайфуновъ.

Наблюдаются они обыкновенно въ сѣверномъ полушаріи въ сентябрѣ и октябрѣ, а въ южномъ—въ февралѣ и мартѣ, т.-е. въ мѣсяцы, слѣдующіе вскорѣ за періодами, когда экваторіальные штили, которые отстаютъ отъ движенія солнца, достигаютъ своихъ крайнихъ положеній въ сѣверномъ и южномъ полушаріи.

Воздухъ въ эти періоды спокоенъ и богатъ влагою, передъ появленіемъ же циклона льютъ проливные дожди, продолжающіеся и во время циклона; все это вмѣстѣ натолкнуло изслѣдователей на заключеніе, что циклоны происходятъ вслѣдствіе поднятія вверхъ влажнаго воздуха,—поднятія, которое вызываетъ стремительное движеніе окружающаго воздуха по направленію къ центрально расположенной площади. Тяжелыя облака, молнія и громъ, сопровождающіе циклоны, вполнѣ подтверждаютъ этотъ взглядъ. Кромѣ того, было

высчитано, что проявленіе при этомъ огромной силы вѣтра, вполнѣ достаточно объясняется тѣмъ, что при сгущеніи паровъ, образуется громадное количество энергіи, которая позволяетъ воздуху возстановить потери, происходящія въ силу его расширенія. Проф. Рей (Reye) въ Америкѣ разсчиталъ, что циклонъ на Кубѣ 5-го октября 1844 г. въ три дня проявилъ энергію въ 473 милліона лошадиныхъ силы. Дѣйствительно, если принять во вниманіе, что воздухъ въ циклонѣ, въ 150 кил. діаметромъ и $1^1/_2$ к. высотою, вѣситъ столько, сколько вѣсятъ полмилліона океанскихъ пароходовъ въ 6,000 тоннъ каждый, и что вся масса его движется со скоростью приблизительно 60-ти кил. въ часъ, то намъ эта цифра едва ли покажется преувеличенной.

Достигнувъ суши, тропическіе циклоны часто сходятъ на нѣтъ. На самомъ экваторѣ они почти неизвѣстны.

Въ вопросѣ о циклонахъ, какъ и въ вопросахъ общей циркуляціи, Феррель является Ньютономъ и съ необыкновеннымъ талантомъ связываетъ всѣ разрозненные факты, въ раціональную теорію, въ рядъ причинъ и слѣдствій. Онъ показалъ, что разъ имѣетъ мѣсто поднятіе воздуха надъ какой-либо площадью и при этомъ происходитъ движеніе по направленію къ ней окрестныхъ массъ воздуха, то, на небольшихъ разстояніяхъ отъ экватора, должно неизбѣжно,—какъ прямое слѣдствіе закона инерціи тѣлъ, движущихся по вращающейся сферѣ *),—обнаружиться спиральное вращеніе вѣтра, равно какъ и другія явленія циклоновъ. Въ идеальномъ случаѣ, когда треніе можно игнорировать, воздухъ будетъ стремиться вращаться вокругъ центра, какъ это изображено на рис. 33. Въ самомъ центрѣ давленіе будетъ при этомъ самое низкое, и, идя изнутри наружу, оно постепенно повышается до maximum'а, расположеннаго на линіи, отдѣляющей внутреннюю область вращенія отъ внѣшней. Кнаружи отъ этой линіи направленіе

*) См. гл. V.

вращенія становится обратнымъ. Явленія внутри этой линіи представляютъ собою истинный циклонъ, а внѣ ея—родъ антициклона, обыкновенно впрочемъ называемаго перициклономъ. Но въ дѣйствительности, вслѣдствіе того, что существуетъ треніе воздуха, давленіе его по направленію къ центру понижается болѣе умѣренно. Вертикальное круговращеніе внутренней области показано въ упрощенномъ видѣ на рис. 34.

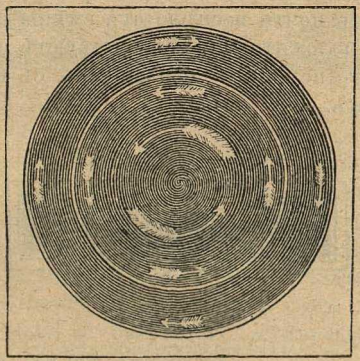


Рис. 33.

Всѣ выводы теоріи согласны съ данными наблюденія Напримѣръ, постепенное возрастаніе силы вѣтра идетъ почти вплоть до центра, гдѣ она внезапно падаетъ, и гдѣ при тропическихъ буряхъ и облака исчезаютъ, и воздухъ становится совершенно чистымъ и спокойнымъ иногда на протяженіи 30 кил. Эта область называется „глазомъ бури“, и движеніе воздуха, надо думать, происходитъ такъ, какъ это представлено на рис. 35: вращеніе развиваетъ такую центробѣжную силу, что для заполненія образующейся пустоты часть верхняго воздуха увлекается сверху внизъ. Несмотря на спокойствіе воздуха, море въ этомъ мѣстѣ волнуется, и судамъ грозитъ серьезная опасность.

Въ тропическихъ странахъ погода почти всецѣло опре дѣляется, во-первыхъ, суточными и сезонными измѣненіями въ длинѣ пути, проходимаго солнцемъ по небу съ восхода до заката, въ связи съ измѣненіемъ въ средней высотѣ его стоянія надъ горизонтомъ зимою и лѣтомъ: тамъ погода лишь изрѣдка испытываетъ на себѣ вліяніе проходящихъ циклоновъ.

Напротивъ, въ странахъ внѣтропическихъ, т.-е. приблизительно отъ 35° широты обоихъ полушарій и до полюсовъ погода зависитъ почти всецѣло отъ смѣны циклоновъ. Эти вліянія здѣсь положительно господствуютъ надъ вліяніями зависящими отъ перемѣнъ, связанныхъ съ временами года и часомъ сутокъ.

Рис. 34.

Предполагаютъ однако, что внѣтропическіе циклоны находятся въ связи съ причинами иного характера, чѣмъ тропическіе. Въ отличіе отъ послѣднихъ они особенно часты зимою, когда нижніе слои воздуха находятся въ устойчивомъ состояніи, и иногда не сопровождаются дождемъ. По мнѣнію современныхъ спеціалистовъ, эти циклоны представляютъ собою большею частью вихри въ верхнихъ возвратныхъ теченіяхъ воздуха, которыя, направляясь поверху отъ экватора, тѣснятся все болѣе и болѣе на суживающемся къ полюсамъ пространствѣ.

Какъ слѣдствіе этого, у поверхности земли наблюдается явленіе, совершенно подобное тому, которое наблюдалось бы, если бы нижній воздухъ самъ по себѣ поднимался вверхъ,

ибо вихрь въ среднихъ слояхъ воздуха увлекаетъ нижніе слои вверхъ, подобно тому, какъ водоворотъ увлекаетъ внизъ попавшую въ него воду. Увлеченный вверхъ воздухъ образуетъ облака, а затѣмъ обыкновенно выпадаетъ и дождь. Но вообще въ такихъ случаяхъ буря происходитъ преимущественно въ верхнихъ слояхъ атмосферы, вблизи же земной поверхности она слабѣе.

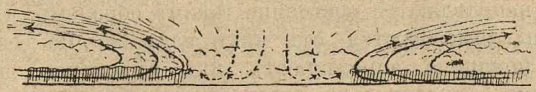


Рис. 35.

Надо помнить, что движеніе самихъ циклоновъ—нѣчто совершенно отличное отъ движенія вѣтровъ, дующихъ вокругъ ихъ центровъ. Послѣдніе могутъ сильно колебаться по силѣ, начиная отъ слабаго вѣтерка до урагана со скоростью 150 кил., а центръ циклона можетъ при этомъ оставаться неподвижнымъ; однако обыкновенно циклонъ и самъ движется надъ поверхностью земли со скоростью, мѣняющеюся для каждой бури и для каждой мѣстности.

На рис. 32 уже было представлено общее движеніе циклоновъ. Во всѣхъ случаяхъ, когда циклонъ образовался, онъ оказывается направляемымъ преимущественно верхними теченіями. Въ тропическомъ поясѣ движеніе циклоновъ къ западу и къ полюсамъ возникаетъ, какъ сочетаніе двухъ вліяній: пассатовъ и движущихся понизу въ западномъ направленіи возвратныхъ теченій (или антипассатовъ), движущихся поверху отъ экватора къ полюсу. Однако и здѣсь, какъ въ другихъ мѣстахъ, циклоны движутся часто по самымъ различнымъ путямъ, вообще же по сѣверо- или юго-западному направленію.

Внѣ области тропиковъ циклоны гонятся на востокъ благодаря преобладанію вверху и внизу вѣтровъ восточнаго

направленія, которые уносятъ ихъ подобно тому, какъ теченіе несетъ по рѣкѣ водовороты.

Въ этихъ областяхъ циклоны обнаруживаетъ также стремленіе двигаться вокругъ антициклоновъ, которые вызываются здѣсь, главнымъ образомъ, насильственнымъ вытѣсненіемъ воздуха сверху внизъ, подобно тому, какъ циклоны вызываются здѣсь насильственными подъемами воздуха вверхъ. Двигаясь кругомъ антициклоновъ, циклоны направляются постоянно такимъ образомъ, что антициклоны оказываются отъ нихъ направо. На основаніи этого принципа опредѣляютъ ихъ вѣроятное движеніе. Впрочемъ, относительно движеній отдѣльныхъ антициклоновъ, или областей хорошей погоды, извѣстно мало; извѣстно, правда, что онѣ часто обнаруживали стремленіе двигаться съ востока на западъ такъ же, какъ и обратно— съ запада на востокъ.

Средняя скорость циклоновъ въ различныхъ частяхъ свѣта опредѣлялась на основаніи многочисленныхъ данныхъ покойнымъ проф. Лумисомъ (Loomis). Вотъ его результаты:

Соединенн. Штаты	35	кил. въ часъ.
Сѣверн. часть Атлант. ок. . .	29	„ „ „
Европа	26	„ „ „
Вестъ-Индія	23	„ „ „
Бенгальскій заливъ и Китайское море	13	„ „ „

Наибольшее обиліе облаковъ и дождей и наивысшая температура наблюдаются въ переднихъ половинахъ циклоновъ, а продолжительность жизни циклона особенно въ тропическихъ областяхъ, зависитъ, повидимому, отъ продолжительности сгущенія водяныхъ паровъ и выпаденія дождя, т.-е. отъ явленія, которое позволяетъ воздуху быстро подниматься кверху въ центрѣ циклона. Продолжительность нѣкоторыхъ бурь подобнаго рода удивительна: нѣсколько лѣтъ тому назадъ К. Гардингъ (C. Harding) (членъ Англійскаго

Метеорологическаго Бюро) прослѣдилъ бурю, которая, начавшись въ Японскомъ морѣ, прошла Тихій океанъ, Америку, Атлантическій океанъ и Европу, пока наконецъ не изсякла въ Сибири.

Чтобы предсказывать по днямъ погоду въ высокихъ широтахъ, надо знать мѣсто зарожденія и послѣдующее движеніе отдѣльныхъ бурь. Въ тропическихъ странахъ, гдѣ суточныя измѣненія погоды очень невелики, наиболѣе важною задачею является предвидѣніе общей погоды на то или другое время года. Для этого недостаточно знать движеніе циклоновъ: надо наблюдать за движеніемъ большихъ волнъ давленія, которыя требуютъ цѣлые мѣсяца для перехода отъ экватора къ полюсу или съ запада на востокъ.

Такимъ путемъ дѣлаются сезонныя предсказанія въ Остъ-Индіи за шесть мѣсяцевъ впередъ; подобный же способъ можно было бы примѣнить и для предсказанія въ общихъ чертахъ погоды другихъ странъ. Колебанія давленій, обусловливаемыя прохожденіемъ циклоновъ, въ сравненіи съ этими колебаніями, все равно, что рябь на волнахъ океана.

Прохожденіе циклоновъ и антициклоновъ обусловливаетъ собою появленіе вѣтровъ, характеризующихся различными особенностями, въ зависимости отъ ихъ происхожденія и направленія. Сирокко въ Италіи и Греціи, левекъ и соляно въ Испаніи, леста на Мадейрѣ, хамсинъ въ Египтѣ, кона на Гавайи и брикфильдеръ (Brickfielder) Южной Австраліи—всѣ представляютъ собою примѣры вѣтровъ передней половины циклона; являясь изъ областей, близкихъ къ экватору, они всегда бываетъ теплыми, но въ зависимости отъ того, проходилъ ли циклонъ надъ моремъ или надъ материкомъ, то сухими и оживляющими, то влажными и разслабляющими. Утомленность и раздражительность, вызываемые дѣйствіемъ вѣтра „соляно“, породили испанскую поговорку: „во время соляно не проси объ услугахъ“. Подобное же разслабленіе производитъ и сирокко въ Италіи.

Въ задней части циклоновъ умѣреннаго пояса, движущихся съ запада на востокъ въ обоихъ полушаріяхъ вѣтры дуютъ со стороны полюсовъ.

Такого происхожденія холодный „нортсъ“ въ Мексикѣ, „близзардъ“ въ Соединенныхъ Штатахъ, сопровождаемый обыкновенно обильнымъ снѣгомъ, „мистраль“ въ долинѣ Роны и на Ліонскомъ заливѣ, „памперо“ въ Мексикѣ и „южные бёрстеры“ въ Австраліи. „Бора“ Адріатическаго моря относится къ вѣтрамъ той же категоріи, но характеризуется особенно пронизывающимъ холодомъ, такъ какъ во время бора къ центру циклона, какъ въ глубокую впадину, вовлекается воздухъ съ сосѣдняго высокаго плато, гдѣ онъ сильно охлажденъ, благодаря излученію.

Особаго рода вѣтеръ образуется въ связи съ движеніемъ циклоновъ надъ горными хребтами. Въ Швейцаріи онъ носитъ названіе „*фена*“, а въ Америкѣ „*чинука*“ (chinook). Въ Новой Зеландіи онъ извѣстенъ подъ именемъ „жаркаго сѣверо-западнаго“ (hot north wester) и встрѣчается повсюду на подвѣтреной сторонѣ горныхъ хребтовъ, при чемъ направленіе его – поперечное движенію циклона. Эти вѣтры необыкновенно теплы и сухи: подъ вліяніемъ фёна на Альпахъ въ одну ночь таетъ больше снѣга, чѣмъ подъ вліяніемъ солнца въ теченіе нѣсколькихъ недѣль. Въ Америкѣ „чинукъ“ дуетъ на восточной сторонѣ Скалистыхъ горъ и поднимаетъ постоянно температуру длиннаго пояса этой части материка до высоты, до которой она тамъ безъ этого вѣтра никогда не подымается.

Откуда берется эта теплота вѣтра? Отвѣтъ на этотъ вопросъ дало изученіе физическихъ свойствъ атмосферы, и, какъ всегда бываетъ, дѣло оказывается чрезвычайно просто, когда, какъ любилъ говорить одинъ профессоръ, „вы знаете, какъ оно дѣлается“. На обращенной къ вѣтру сторонѣ горъ воздухъ послѣ достиженія уровня облаковъ, охлаждается только на $^1/_2{}^\circ$ по мѣрѣ поднятія на каждые 100 м. Когда онъ дойдетъ до вершины хребта, онъ потеряетъ уже большую

часть своей влажности въ видѣ дождя, и потому спускаясь на противоположной сторонѣ хребта и будучи сухимъ, онъ нагрѣвается на 1° съ каждыми 100 м. или, другими словами, пріобрѣтаетъ лишнихъ $^1/_2$° съ каждыми 100 ф. опусканія. Слѣдовательно, когда этотъ вѣтеръ достигнетъ равнины, онъ явится сухимъ и теплымъ. Чѣмъ горы выше, тѣмъ вѣтеръ будетъ теплѣе. Полагали прежде, что извѣстный теплый сѣверо-западный вѣтеръ Кентербёрійскихъ равнинъ Новой Зеландіи получаетъ свою теплоту въ Австраліи; но теперь нашли, что, являясь въ видѣ теплаго и сухого вѣтра на восточныхъ склонахъ хребтовъ, онъ обиленъ дождями и холоденъ на западной ихъ сторонѣ.

ГЛАВА X.

Звуки въ атмосферѣ.

Благополучіе обитателей земного шара въ гораздо большей степени зависитъ отъ звуковъ, даже отъ лишенныхъ гармоніи шумовъ, чѣмъ мы это обыкновенно склонны допускать. Міръ безъ голосовъ людей и животныхъ, безъ пѣсенъ и музыки, погруженный въ вѣчное безмолвіе, согласитесь, былъ бы невыносимъ. Звукъ больше, чѣмъ всѣ другія явленія, есть спеціальная принадлежность атмосферы. Свѣтъ можетъ распространяться вездѣ, гдѣ только есть эѳиръ, даже въ пустотѣ; звукъ не можетъ существовать тамъ, гдѣ нѣтъ воздуха. Всякое рѣзкое движеніе воздуха порождаетъ рядъ волнъ, расходящихся изъ начальной точки движенія, подобно тому, какъ это бываетъ на водѣ, когда мальчикъ броситъ въ прудъ камень.

Рѣзкое столкновеніе другъ съ другомъ двухъ твердыхъ тѣлъ передаетъ толчокъ прилежащему воздуху, толчокъ вполнѣ достаточный, чтобы вызвать подобный рядъ воздушныхъ волнъ. Воздушныя волны отличаются существенно отъ волнъ на поверхности воды: въ этихъ послѣднихъ вода движется вверхъ и внизъ, а сами волны распространяются горизонтально, въ воздушныхъ же волнахъ воздухъ движется впередъ и назадъ, т.-е. въ томъ же самомъ направленіи, въ какомъ происходитъ и распространеніе самой волны. Такимъ образомъ, въ воздухѣ происходитъ попеременно то расширеніе, то сжатіе, и эти движенія передаются наступательно, распространяясь

далеко отъ исходнаго пункта во всѣхъ направленіяхъ и вызывая ощущеніе звука при встрѣчѣ съ ухомъ. Попадая въ человѣческое ухо, звуковыя волны ударяются о нѣжную пластинку, такъ называемую барабанную перепонку изъ натянутой кожицы и вызываютъ ея колебаніе взадъ-впередъ. Движенія барабанной перепонки при посредствѣ ряда свободно соединенныхъ одна съ другой косточекъ, переходятъ, дѣлаясь болѣе правильными, на нѣчто въ родѣ ушного рояля, снабженнаго вмѣсто клавишъ большимъ числомъ тонкихъ волоконецъ, каждое изъ которыхъ соединено съ особымъ нервомъ. На этомъ музыкальномъ инструментѣ разыгрываются разныя мелодіи такъ же, какъ и на обыкновенномъ роялѣ; а мы, благодаря работѣ мозга, получаемъ ощущенія низкихъ и высокихъ нотъ, гармоніи и диссонанса, такъ же, какъ они могутъ быть вызваны на искусственномъ инструментѣ.

Только тѣ колебанія воздуха мы можемъ воспринимать, какъ звуки, которыя слѣдуютъ другъ за другомъ съ быстротою отъ 16 до 38.000 въ секунду. И за этими предѣлами существуютъ волны, но для насъ онѣ не слышны. Самый низкій басъ производитъ около 100, а высочайшій сопрано около 2000 волнъ въ секунду.

Всѣ звуки распространяются приблизительно съ одною и тою же скоростью—342 м. въ секунду въ воздухѣ обыкновенной температуры. Слѣдовательно, если мы слышимъ громъ три секунды спустя послѣ того, какъ сверкнула молнія, мы можемъ сказать, что громъ прогремѣлъ приблизительно на разстояніи одной версты отъ насъ.

Плотный воздухъ вблизи уровня моря лучше проводитъ звукъ, чѣмъ болѣе разрѣженный воздухъ высотъ. Звуки поднимаются вверхъ легче, чѣмъ спускаются внизъ, и лучше распространяются черезъ влажный, чѣмъ черезъ сухой воздухъ: на воздушномъ шарѣ Глейшеръ (Glaisher) слышалъ шумъ желѣзнодорожнаго поѣзда на высотѣ четырехъ миль только до тѣхъ поръ, пока былъ въ облакахъ: когда облака

остались значительно ниже его, до него не долеталъ ни одинъ звукъ.

Эхо, или отраженія звука, часто представляютъ собою весьма любопытныя атмосферическія явленія. Чтобы эхо могло повторять послѣднее раздѣльно произнесенное слово, отражающая поверхность должна находиться на разстояніи по меньшей мѣрѣ 35 м. Для повторенія цѣлаго предложенія нужно еще большее разстояніе. Куполообразныя крыши нерѣдко обусловливаютъ собою многократное эхо, вслѣдствіе того, что разъ отраженныя волны претерпѣваютъ затѣмъ постоянныя вторичныя отраженія между поломъ и крышей, пока наконецъ волнообразное движеніе не перейдетъ въ теплоту. Въ Агрѣ, въ Тай-Магалѣ, несравненномъ мраморномъ мавзолеѣ, воздвигнутомъ Шахъ-Іеханомъ въ память его супруги, центральный куполъ даетъ великолѣпное многократное эхо.

Въ зданіяхъ, имѣющихъ форму параболоида, какъ напримѣръ, въ скиніи мормоновъ въ городѣ Соленаго Озера, въ Утахѣ, малѣйшій звукъ, даже звукъ упавшей въ одномъ концѣ зданія иголки, можетъ быть услышанъ на опредѣленномъ пунктѣ на другомъ концѣ его. А между тѣмъ, въ этомъ зданіи могутъ помѣститься 11.000 человѣкъ. „Галлерея шепота“ въ лондонскомъ соборѣ св. Павла—другой примѣръ такого же рода. Въ первомъ случаѣ звуковыя волны отражаются къ одному и тому же пункту и, слѣдовательно, усиливаютъ одна другую настолько, что получается одинъ громкій звукъ. Въ послѣднемъ—непрерывное отраженіе звуковъ между стѣнами галлереи мѣшаетъ имъ затихнуть, какъ это обыкновенно бываетъ вслѣдствіе разсѣянія по всѣмъ направленіямъ.

Громъ можно слышать на разстояніи 45 кил., взрывы на разстояніи 150 кил. и больше. Пальба во время сраженія при Ватерлоо была слышна въ Дуврѣ. При изверженіяхъ вулкановъ звуки переносятся на громадныя разстоянія. Въ 1883 г. изверженіе Каракатоа, на вулканическомъ

островѣ въ Зундскомъ проливѣ, было слышно на пространствѣ, равномъ одной тринадцатой всей земной поверхности. Въ одномъ направленіи звуки доносились до Родригеца, въ Индійскомъ океанѣ, на разстояніе 4500 кил. (для прохожденія котораго имъ понадобилось четыре часа), а въ другомъ—до Алисъ-Спрингсъ, въ самомъ центрѣ Австраліи. Въ промежуточныхъ пунктахъ казалось, что раздается пальба, извѣщающая о несчастіи, и на площади, приблизительно равной Европѣ, дѣлались старанія разыскать затонувшее судно. Кромѣ звуковъ, въ это время распространялись кругообразно воздушныя волны давленія, которыя расходились до тѣхъ поръ, пока не опоясывали всего земного шара и не сходились на пунктѣ, антиподномъ Каракатоа; отъ этого пункта онѣ снова отражались назадъ къ Каракатоа и такъ далѣе, до семи разъ. Всѣ самопишущіе барометры міра сдѣлали опредѣленные зигзаги, въ записяхъ 27 августа и слѣдующихъ дней. Каждый зигзагъ указывалъ прохожденіе волнъ впередъ и назадъ отъ Каракатоа.

Эти волны распространялись съ тою же самою скоростью, какъ и звуковыя волны, и употребляли тридцать шесть часовъ на каждый обходъ земного шара.

ГЛАВА XI.

Цвѣта и другія оптическія явленія въ атмосферѣ.

Исторія нашихъ успѣховъ въ познаніи явленій свѣта, какъ и во многихъ другихъ отрасляхъ физическихъ наукъ, есть исторія постепеннаго разсѣянія заблужденій и путаницы—разсвѣтъ истины и гармоніи.

Даже теорія истеченія великаго Ньютона, согласно которой свѣтъ обусловливается чѣмъ-то въ родѣ бомбардировки мельчайшихъ частицъ, не выдержала тонкаго анализа новой науки и рухнула. Другое поколѣніе, во главѣ съ Гюйгенсомъ (Huyhgens), Эйлеромъ (Euler), Юнгомъ (Young) и Френелемъ (Frenel), было призвано развить современную теорію волнообразнаго движенія невидимаго эѳира, который окружаетъ и проникаетъ собою всѣ тѣла. Эта теорія согласуется со всѣми наблюденными фактами и даетъ возможность наукѣ съ увѣренностью побѣдоносно подвигаться впередъ по пути новыхъ открытій.

И свѣтъ, и теплота суть дѣйствія одного и того же волнообразнаго движенія. Волны эѳира, если онѣ имѣютъ длину отъ $^1/_{67000}$ до $^1/_{28000}$ дюйма, производятъ на наши глаза впечатлѣніе свѣта и одновременно чувствуются лицомъ, какъ теплота.

Когда до насъ доходятъ лучи съ длиною волны, лежащею между этими крайними предѣлами, то они кажутся намъ окрашенными въ извѣстные цвѣта, въ зависимости отъ длины волны, т.-е. отъ положенія въ такъ называемомъ

спектрѣ, получающемся при прохожденіи бѣлаго луча черезъ стеклянную призму. Наиболѣе длинныя волны даютъ ощущеніе краснаго цвѣта, наиболѣе короткія—голубого или фіолетоваго. Вообще расположеніе цвѣтовъ въ порядкѣ умень шенія длины волны, и слѣдовательно, въ порядкѣ возраста нія скорости колебаній будетъ такое: красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой и фіолетовый. Бѣлый цвѣтъ составленъ изъ соединенія всѣхъ цвѣтовъ спектра. Когда эти лучи или по отдѣльности, или, какъ это обыкновенно бываетъ, въ смѣшеніи, приходятъ въ соприкосновеніе съ воздухомъ и тѣлами, находящимися въ немъ, они возбуждаютъ въ мельчайшихъ молекулахъ, изъ которыхъ состоитъ всякое тѣло, весьма малыя колебательныя движенія. Въ результатѣ получается то, что мы называемъ свѣтомъ или теплотою, судя по тому, дѣйствуетъ ли оно на тѣ или другія нервы. Извѣстная часть лучистой энергіи потребляется при этомъ преобразованіи или, другими словами, поглощается. Сравнительно большее количество теплоты можетъ быть получено изъ длинныхъ волнъ красныхъ лучей, а свѣта больше—изъ фіолетовыхъ лучей съ короткими волнами. Но какъ теплота, такъ и свѣтъ, получаются изъ лучей всѣхъ цвѣтовъ спектра. Теплота и свѣтъ, слѣдовательно, суть просто дѣйствія одного и того же волнообразнаго движенія; различіе въ ощущеніи зависитъ отъ того, воздѣйствуетъ ли это волнообразное движеніе на наше зрѣніе или на кожные нервы; оба они являются нераздѣльной принадлежностью одной и той же лучистой энергіи волнообразнаго движенія эѳира, испускаемой тѣлами, находящимися въ такомъ раскаленномъ состояніи, какъ наше солнце. Лучи, болѣе близкіе къ фіолетовому краю спектра, имѣютъ способность производить химическія дѣйствія, утилизируемыя въ фотографіи, превращаясь, конечно, кромѣ того въ теплоту и свѣтъ.

„Заря“ и „сумерки“ всегда служили самыми любимыми темами для поэтовъ. „Розоперстая аврора“ — излюбленная метафора безсмертнаго Гомера. Заря и сумерки—это время

полусвѣта, и существованіе его объясняется отраженіемъ лучей спустившагося за горизонтъ солнца, отъ мельчайшихъ пылевыхъ и водяныхъ частичекъ на значительной высотѣ, въ атмосферѣ. „Персты“, о которыхъ говоритъ Гомеръ, это— свѣтъ, проходящій между облаками или между горами ниже горизонта. Красноватый цвѣтъ облаковъ на зарѣ и въ сумерки объясняется характеромъ отраженія свѣта отъ частицъ пыли и водяныхъ паровъ. Малыя волны, соотвѣтствующія голубымъ лучамъ, какъ было уже сказано въ гл. VI, легче разсѣеваются, чѣмъ болѣе длинныя, соотвѣтствующія краснымъ лучамъ; свѣторазсѣяніе бываетъ больше тогда, когда лучамъ солнца приходится проходить черезъ бо́льшую толщу воздуха, какъ это бываетъ при восходѣ и при закатѣ. Слѣдовательно, красные лучи должны въ это время преобладать и окрашивать въ свой цвѣтъ облака, по мѣрѣ того, какъ эти послѣднія получаютъ ихъ лучи.

Иногда, уже послѣ того, какъ закатъ исчезъ, спустившись ниже горизонта, на западной сторонѣ неба еще достаточно свѣтло, чтобы вызвать яркое освѣщеніе на облакахъ; тогда, опускаясь за линію горизонта, эти облака создадутъ путемъ отраженія вторичное явленіе заката настолько отчетливое, какъ будто бы оно происходило непосредственно отъ солнечнаго заката. Въ 1883 г. вслѣдствіе изверженія вулкана на островѣ Каракатоа повсюду въ воздухѣ земного шара плавалъ слой пыли на высотѣ больше 15,000 м., и мы наблюдали роскошные первичные и отраженные закаты, не исчезавшіе нерѣдко въ продолженіе полутора часа послѣ захода солнца.

Вмѣстѣ съ отраженіемъ свѣта происходила и такъ называемая диффракція его, при которой бѣлый свѣтъ, встрѣчаясь съ мелкими частицами пыли, разлагается на составляющіе его цвѣтовые лучи точно такъ же, какъ это происходитъ въ стеклянной призмѣ. Вслѣдствіе этого вокругъ солнца получался большой окрашенный вѣнецъ (corona),

съ внутренней стороны его помѣщалось голубое кольцо, а по мѣрѣ приближенія кнаружи голубой свѣтъ смѣнялся по порядку всѣми цвѣтами спектра, кончая краснымъ на внѣшнемъ краю. Внутри кольца, пока солнце стояло высоко, наблюдалось бѣлое центральное сіяніе. Когда же солнце начинало садиться, это диффракціонное сіяніе становилось розовымъ и затѣмъ краснымъ, вслѣдствіе поглощенія всѣхъ другихъ цвѣтовъ при прохожденіи лучами большой толщи воздуха.

Такія вѣнцы, вызванные диффракціей свѣта взвѣшенными въ воздухѣ водяными частичками, въ слабой степени наблюдаются около солнца постоянно; во время же нахожденія въ верхнихъ слояхъ атмосферы пепла отъ изверженія вулкана Каракатоа, они проявились рѣзче, точно такъ же, какъ и обыкновенныя явленія отраженія свѣта длились гораздо дольше, чѣмъ обычно.

Этого же рода вѣнцы (coronae) въ меньшихъ размѣрахъ получаются, когда небольшія облака проносятся передъ солнцемъ или луною. Еще въ меньшемъ размѣрѣ мы можемъ наблюдать ихъ, смотря на пламя свѣчи или газовый рожокъ черезъ опущенныя рѣсницы.

Чѣмъ мельче частички, изъ которыхъ состоитъ облако, тѣмъ больше вѣнецъ вокругъ солнца. Такъ, громадный вѣнецъ, наблюдавшійся послѣ изверженія Каракатоа, и названный вѣнцомъ Бишоа по имени ученаго, открывшаго его въ Гонолулу, доказывалъ, что пепелъ состоялъ изъ мелкихъ частичекъ.

Большіе блестящіе *круги* (halo) наблюдаются тогда, когда свѣтъ луны или солнца проходитъ черезъ тонкій слой облаковъ cirrus или cirro-stratus, и образуется исключительно благодаря рефракціи свѣта въ ледяныхъ призмахъ. Слѣдовательно, присутствіе круговъ указываетъ на то, что водяные пары поднялись весьма высоко, что бываетъ обыкновенно при циклонахъ; поэтому-то блестящій кругъ около

солнца или луны является предвѣстникомъ дождливой и бурной погоды.

Первичный кругъ всегда имѣетъ одни и тѣ же размѣры—45° въ діаметрѣ. Но иногда вслѣдствіе болѣе сложныхъ преломленій и отраженій въ ледяныхъ призмахъ образуются и вторичные круги. Напримѣръ, кнаружи отъ обыкновеннаго круга иногда наблюдается концентрическій съ нимъ *добавочный кругъ* съ діаметромъ въ 90°. При этомъ кромѣ того виденъ бываетъ паралельный горизонту огромный кругъ, проходящій чрезъ солнце и пересѣкающій первые два круга. Въ пунктахъ пересѣченія свѣтъ настолько усиливается, что эти участки свѣтятъ подобно настоящему солнцу, образуя собою то, что̀ извѣстно подъ именемъ „ложныхъ солнцъ“, или parhelia. Подобныя же явленія около луны, или „ложныя луны“, называются paraselenae. Иногда такія ложныя солнца образуются и на противоположныхъ пунктахъ небосклона. Нѣсколько лѣтъ тому назадъ автору пришлось одновременно наблюдать четыре „ложныхъ солнца“: два спереди, на разстояніи $22^1/_2{}^0$ въ обѣ стороны отъ солнца, гдѣ первичный кругъ пересѣкалъ большой горизонтальный кругъ, и два сзади, подъ угломъ въ обѣ стороны въ $157^1/_2{}^0$, отъ солнца.

Миражъ, или серабъ (обольщеніе), какъ называютъ его арабы, часто служилъ темою для поэзіи и живописи. Путникъ, изнывающій отъ жажды въ безотрадныхъ, выжженныхъ пустыняхъ Сахары или Аравіи, часто видитъ въ нѣжныхъ очертаніяхъ на извѣстномъ разстояніи прекрасное озеро съ островами и деревьями. Это озеро—не что иное, какъ иллюзія, получающаяся вслѣдствіе преломленія или отраженія свѣта на границѣ двухъ слоевъ воздуха разной температуры. Въ данномъ случаѣ слой холоднаго воздуха лежитъ надъ горячимъ, прилегающимъ къ нагрѣтому песку. Какой-нибудь предметъ, дерево, напр., или холмъ, подымающіеся выше этого слоя, вслѣдствіе полнаго внутренняго отраженія, будутъ представляться путнику въ перевернутомъ видѣ ниже земной поверхности. Эффектъ,

слѣдовательно, получается такой, какъ будто бы впереди была дѣйствительно вода.

Есть еще особый миражъ, при которомъ предметы, находящіеся ниже горизонта, кажутся приподнятыми надъ нимъ, иногда въ прямомъ, иногда въ обратномъ видѣ. Объясняется это значительнымъ усиленіемъ отражающей способности воздуха, имѣющей обыкновенно мѣсто вблизи горизонта,—усиленіемъ, которое, по всей вѣроятности, зависитъ отъ того, что сверхъ холоднаго и уплотненнаго воздуха надъ самою поверхностью моря располагается притекающій изъ сосѣднихъ мѣстностей болѣе теплый воздухъ. Извѣстная фата-моргана, или волшебные замки Моргана, въ Реджіо тоже представляетъ собою примѣръ миража такого рода. При извѣстныхъ условіяхъ въ атмосферѣ, жители Реджіо видятъ въ направленіи Мессины висящіе въ воздухѣ замки, людей, деревья и пр. Все это не что иное, какъ отраженіе того, что́ дѣйствительно существуетъ въ Мессинѣ. Несомнѣнно, что южное воображеніе сильно прикрашиваетъ это явленіе.

Любопытный примѣръ подобной же фата-моргана наблюдался однажды на островѣ Мальтѣ. Вершина Этны въ силу отраженія казалась островомъ на морѣ. Нѣсколько судовъ, говорятъ, отправились въ путь, чтобы завладѣть мнимымъ новымъ островомъ, но миражъ скоро исчезъ, и ясно стало, что всѣ поиски будутъ напрасны.

Кстати можно указать на другой, курьезный случай оптическаго обмана, имѣвшій мѣсто еще болѣе недавно, когда впервые въ Америкѣ увидѣли роскошный закатъ солнца послѣ изверженія Каракатоа. Мѣстная пожарная команда въ одномъ изъ новыхъ западныхъ городковъ, замѣтивъ сильную багровую окраску неба, съ усердіемъ не по разуму собралась и выѣхала на пожаръ. Можно себѣ представить смущеніе храбрыхъ пожарныхъ, когда ошибка стала ясна.

Въ полярныхъ странахъ, гдѣ море обыкновенно холоднѣе воздуха, случается нерѣдко, что предметы, находя-

щіеся подъ горизонтомъ, отражаются къ наблюдателю отъ верхняго теплаго слоя и представляются ему въ обратномъ видѣ. Скоресби (Scoresby) однажды узналъ судно своего отца, наблюдая въ телескопъ его обратное изображеніе; впослѣдствіи оказалось, что въ это время судно находилось на разстояніи тридцати пяти миль.

Радуга всегда служила величественнымъ символомъ единенія земли съ небомъ. Ирисъ, богиня радуги, была одною изъ наиболѣе любимыхъ греческихъ богинь. Ее считали посредницей между Олимпомъ и обитателями земли. По тевтонской миѳологіи радуга была мостомъ, по которому герои переходили въ веселыя обиталища Валгалы.

Но и безъ этихъ прикрасъ мистически настроенной фантазіи радуга ничуть не теряетъ для насъ прелести, особенно, если мы узнаемъ, что она есть результатъ преломленія бѣлыхъ лучей солнца, когда они входятъ въ дождевую каплю, а затѣмъ, отразившись отъ задней стѣнки ея, попадаютъ въ нашъ глазъ.

Во всемъ этомъ процессѣ есть чему подивиться. Различно окрашенные лучи, составляющіе вмѣстѣ бѣлый лучъ, встрѣчая новую поверхность, отдѣляются одинъ отъ другого, располагаются соотвѣтственно частотѣ колебаній и, идя каждый своимъ путемъ, отражаются такъ ясно, какъ будто бы они были нанесены красками на небесномъ сводѣ. Фіолетовые лучи, съ болѣе короткими волнами, преломляются сильнѣе и потому находятся на внутренней части дуги, а красные, съ болѣе длинными волнами, образуютъ наружную ея кайму. Обыкновенно радуга уходитъ наполовину за линію горизонта, и, если солнце стоитъ на небосклонѣ выше, чѣмъ на 40°, радуги вовсе не бываетъ.

На внутренней сторонѣ радуги фіолетовая полоса иногда повторяется, и это называется добавочной радугой. Подобнымъ же образомъ бываетъ и внѣшняя добавочная радуга, но цвѣтныя полосы ея идутъ въ обратномъ порядкѣ. Объясненіе этихъ явленій можно найти въ книгахъ по оптикѣ.

Такъ называемое „брокенское видѣніе“ есть просто тѣнь, отбрасываемая предметомъ на особый экранъ, роль котораго играютъ здѣсь поднимающіяся изъ прилежащихъ долинъ испаренія. Подобное же явленіе можетъ быть наблюдаемо при благопріятныхъ условіяхъ на всякой горѣ.

„Ignis fatuus“, или блуждающіе огни, иногда можно видѣть въ болотистыхъ мѣстностяхъ или на кладбищахъ. Полагаютъ, что эти явленія происходятъ вслѣдствіе выдѣленія изъ земли фосфористаго водорода—газа, имѣющаго свойство самовозгораться въ воздухѣ.

„Aurora polaris“, или „сѣверное сіяніе“, есть слѣдствіе тихихъ электрическихъ рязрядовъ вокругъ обоихъ полюсовъ. Особенно часто и съ наибольшимъ блескомъ оно происходитъ возлѣ магнитныхъ полюсовъ, лежащихъ на нѣкоторомъ разстояніи отъ полюсовъ географическихъ.

Въ сѣверномъ полушаріи поясъ наибольшей частоты сѣверныхъ сіяній (80 въ годъ) простирается отъ 50° до 62° с. ш. въ Америкѣ и отъ 66° до 75° въ Сибири. Къ сѣверу и къ югу сѣверныя сіянія бываютъ рѣже.

Сѣверныя сіянія наблюдаются въ различныхъ формахъ знаменъ, занавѣсей, лентъ, лучей, и часто искрятся, почему и получили у англійскихъ моряковъ названіе „веселаго танцора“ („Merry Dancer“). Полагаютъ, что сѣверное сіяніе образуетъ покрывало изъ лучей, которые сходятся на продолженіи земной магнитной оси, образуя родъ „блещущаго воротника“, верхняя точка котораго поднимается на 200 кил. надъ землею, хотя нѣкоторыя его части оказываются совершенно близкими отъ земной поверхности. Слѣдовательно, здѣсь мы имѣемъ дѣло съ электрическимъ разрядомъ въ разрѣженномъ въ высшей степени воздухѣ или даже въ пустотѣ. Лемстрому (Lemström), изъ Финляндіи, недавно удалось, подражая по возможности естественнымъ условіямъ, воспроизвести сѣверное сіяніе искусственно. Сѣверныя сіянія, несомнѣнно находятся въ тѣсной связи съ магнитнымъ состояніемъ земли, а также и солнца.

Когда на поверхности послѣдняго появляется крупное пятно, магнитное равновѣсіе на землѣ нарушается, что явствуетъ изъ неправильныхъ колебаній магнитной стрѣлки и одновременнаго появленія сѣверныхъ сіяній у обоихъ полюсовъ.

ГЛАВА XII.

Вихри, смерчи, торнадо и грозовыя бури.

Кромѣ громадныхъ циклоновъ, есть еще особая группа мѣстныхъ бурь или возмущеній, которыя въ зависимости отъ развивающейся въ нихъ силы принимаютъ то ту, то другую форму. Безвредный пылевой вихрь, часто пробѣгающій въ спокойные дни, раннимъ лѣтомъ надъ молодыми всходами, представляетъ собою зародышъ ужаснаго торнадо среднихъ областей Соединенныхъ Штатовъ.

Страшный самумъ Аравійскихъ пустынь не что иное, какъ болѣе крупный вихрь, несущій съ собою подхваченный на пути песокъ. Тамъ, гдѣ столбъ вихря шире и выше, а въ воздухѣ много влаги, получается обыкновенная европейская грозовая буря, съ градомъ или безъ града, „сѣверо-западный вѣтеръ“ (nor'wester) Индіи, аргентинскій „памперо“, такъ называемый „дуговой шквалъ“ („arched squall“), или „шквалъ бычачьяго глаза („bulls eye squall“) тропическихъ морей.

Если дѣйствіе бури очень интенсивно и сконцентрировано, получается торнадо, столь обыкновенный въ долинѣ Миссисипи. Продѣлки торнадо носятъ вообще трагическій характеръ, хотя во время нихъ случается не мало курьезнаго. Такъ, въ Остъ-Индіи, гдѣ они наблюдаются въ сравнительно менѣе грозной формѣ, 26 марта 1875 г. надъ деревнею Уладахъ, въ округѣ Брамапутры, пронесся торнадо, послѣ котораго между вѣтвями одного дерева на высотѣ 10 м. былъ найденъ трупъ коровы. Въ Америкѣ, во время торнадо 4 іюля

1877 г., на горѣ Carmel въ Иллинойсѣ, были сорваны съ методистской церкви шпицъ, флюгеръ и золоченый шаръ, и всѣ три предмета вмѣстѣ были перенесены на пятнадцать миль къ сѣверо-западу. Въ другихъ случаяхъ поднимались на воздухъ и переносились въ отдаленныя мѣста земледѣльческія орудія и даже деревянные дома. Говорятъ, что въ іюнѣ 1896 г. въ С.-Луи на дорогѣ была подхвачена и поднята вверхъ телѣга съ возницей и на разстояніи 100 ярдовъ спустилась на землю въ неповрежденномъ видѣ. Любопытно, что послѣ этого замѣчательнаго инцидента даже шляпа оказалась на головѣ кучера, какъ и прежде. Это послѣднее обстоятельство заставляетъ усумниться въ подлинности разсказа, однако нѣтъ никакого преувеличенія въ сообщеніи одного очевидца, который разсказывалъ автору, что онъ самъ видѣлъ, какъ на улицѣ въ С.-Луи люди, экипажи, лошади, мебель—все уносилось въ шумномъ безпорядкѣ по направленію къ центру проносившагося торнадо. Когда проходитъ центръ торнадо, кажется, что все, что только можетъ двигаться, онъ увлекаетъ за собою, нерѣдко разрушая самыя капитальныя постройки и прорубая въ лѣсу чистыя просѣки.

Во всѣхъ этихъ случаяхъ первою причиною бури является мѣстная неустойчивость воздуха, вызываемая накопленіемъ теплоты вблизи поверхности земли и вторженіемъ холоднаго воздуха въ вышележащіе слои. Этими двумя причинами обусловливается быстрое пониженіе температуры въ вертикальномъ направленіи. При подобныхъ условіяхъ даже сухой воздухъ можетъ по временамъ подыматься вверхъ узкимъ столбомъ и прорываться чрезъ верхніе слои. Разъ это случилось, окружающій воздухъ устремляется съ тѣмъ, чтобы занять его мѣсто, и начинаетъ вращаться, точно такъ же, какъ это бываетъ съ водою, когда она стремится въ отверстіе сточной трубы.

Въ торнадо это вращеніе воздуха, въ отличіе отъ большихъ циклоновъ, происходитъ не вслѣдствіе отклоняющаго дѣйствія вращенія земли: при движеніяхъ на такихъ незна-

чительныхъ площадяхъ это дѣйствіе практически незамѣтно. Образованіе вихря въ этихъ случаяхъ вызывается быстрымъ развитіемъ разъ начавшагося кругового движенія, при условіи, что воздухъ съ силою направляется къ центру. А для того, чтобы вращеніе началось, достаточно малѣйшаго отклоненія въ движеніи воздуха въ сторону отъ прямого пути къ центру; для отклоненія же достаточно малѣйшей неправильности въ теченіи его.

Разъ вихреобразное движеніе началось, вращеніе вблизи центра становится крайне быстрымъ, такъ что наконецъ образуется веретенообразный столбъ сильно разрѣженнаго воздуха; внѣшняя оболочка столба обозначается появленіемъ чехла изъ облаковъ или изъ воды, внутри котораго, по крайней мѣрѣ въ нѣкоторыхъ рѣзкихъ случаяхъ, оказывается почти совершенная пустота. Вдоль боковъ этого чехла воздухъ кружится и поднимается вверхъ, гдѣ онъ растекается и затѣмъ спокойно опускается внизъ на болѣе обширной прилежащей площади.

Если воздухъ сухъ, то, какъ намъ извѣстно, явленіе не можетъ продолжаться очень долго,—поднимаясь вверхъ, воздухъ скоро низводитъ разницу вертикальнаго распредѣленія температуры такъ, что она становится ниже 1° на 55 м. Поэтому пылевые вихри и песчаныя бури кратковременны и не могутъ имѣть разрушительнаго дѣйствія. Но, если нижній слой воздуха очень тепелъ и очень влаженъ, дѣйствіе можетъ продлиться въ теченіе гораздо большаго времени и протекать съ гораздо большею силою.

Лейтенантъ Финглей изъ Соединенныхъ Штатовъ, спеціально изучавшій американскіе торнадо, полагаетъ, что движеніе воздуха достигаетъ возлѣ центра торнадо скорости 800 к. въ часъ, и производитъ давленіе, равное 1200 килогр. на каждый квадратный метръ. Даже скорость движенія вверхъ возлѣ водовота во многихъ случаяхъ, вѣроятно, превосходитъ 160 кил. въ часъ, иначе вихрь не могъ бы поднимать вверхъ такіе предметы, какіе онъ поднимаетъ.

Исходя изъ этого, можно понять, каковы должны быть страшныя дѣйствія, сопровождающія приближеніе этого ужаснаго атмосфернаго явленія, которое можно назвать *метеорологическимъ динамитомъ*. Центральный столбъ разрѣженнаго воздуха, вслѣдствіе расширенія, охлаждается ниже точки росы, поэтому заключающіеся въ немъ водяные пары сгущаются и образуютъ видимую оболочку столба. Такъ образуются смерчи, которые суть не что иное, какъ смягченная форма торнадо. Въ настоящихъ торнадо темное веретенообразное облако, служащее для нихъ однимъ изъ наиболѣе рѣзкихъ отличительныхъ признаковъ, образуется подъ вліяніемъ тѣхъ же причинъ. Въ обычныхъ представленіяхъ присутствіе воды въ смерчахъ объясняется тѣмъ, что вода съ моря увлекается вверхъ. Но это заблужденіе. Правда, при прохожденіи смерча надъ моремъ, онъ производитъ возмущеніе воды и слегка приподнимаетъ ее вокругъ своего основанія, но видимый высокій водяной столбъ, нерѣдко достигающій около версты высотою, спускающійся съ облаковъ, всецѣло состоитъ изъ водяныхъ паровъ, сгущающихся изъ притекающаго къ центру воздуха. Какъ выражается Феррель, „облака (или, точнѣе, условія, благопріятствующія ихъ образованію) увлекаются въ этомъ случаѣ къ землѣ благодаря пониженію давленія, вызванному быстрымъ вращеніемъ воздуха“.

При этомъ спусканіе воды внизъ здѣсь только кажущееся, на самомъ дѣлѣ его не происходитъ. Еще въ 1753 г. великій Франклинъ далъ этому явленію правильное объясненіе въ слѣдующихъ словахъ:

„Смерчъ кажется спускающимся изъ облаковъ, хотя составляющіе его матерьялы поднимаются постоянно снизу вверхъ, потому что *влага сгущается быстрѣе по прямой линіи внизъ, чѣмъ сами пары могутъ подняться по спиральной линіи вверхъ*“.

Что вода въ морскихъ смерчахъ прѣсная, ясно видно изъ разсказа, приводимаго проф. Дэвисомъ въ его „Метеорологіи“ Однажды судно настигъ смерчъ; количество воды, про-

литое имъ при этомъ, было настолько велико, что капитанъ чуть не былъ смытъ за бортъ. Впослѣдствіи его спрашивали, пробовалъ ли онъ воду на вкусъ? „Еще бы,—отвѣчалъ онъ,—я и не могъ не пробовать ее. Она текла мнѣ въ носъ, уши, глаза и ротъ". — Что же, соленая вода была или прѣсная? допытывался любопытный. „Прѣсная, какъ самая лучшая родниковая вода, которую я пилъ когда-либо въ жизни, отвѣчалъ капитанъ".

Смерчи бываютъ по преимуществу въ тропическихъ странахъ и главнымъ образомъ днемъ. Они дѣти солнечныхъ лучей.

Преобладающая веретенообразная форма торнадо и смерчей съ суженіемъ книзу есть слѣдствіе увеличеннаго давленія воздуха вблизи поверхности земли. Нѣсколько повыше вслѣдствіе отсутствія тренія и болѣе низкаго давленія центральный участокъ разрѣженнаго быстрымъ вращеніемъ воздуха можетъ нѣсколько раздаться въ стороны. А ниже центробѣжная сила вращающаго воздуха встрѣчается съ усиленнымъ давленіемъ по направленію внутрь къ центру, и потому дѣйствіе ея простирается лишь на весьма ограниченномъ протяженіи. Внѣ центральнаго столба воздухъ движется къ центру тихо. Когда вода выпускается изъ бассейна черезъ отверстіе въ днѣ, то можно наблюдать подобное же сравнительно медленное движеніе къ центру, тогда какъ быстрый водоворотъ занимаетъ небольшое пространство, непосредственно прилегающее къ самому отверстію.

Даже при разрушительныхъ торнадо, область разрушенія и сильнаго вѣтра ограничивается сравнительно узкими предѣлами. Ширина пути разрушенія въ американскомъ торнадо, по Финлею (Finley), колеблется отъ 6 м. до 3 килом., а въ среднемъ равняется приблизительно 450 м. Длина пути торнадо обыкновенно не превосходитъ 30 килом., такъ какъ въ отличіе отъ того, что́ мы имѣемъ при циклонахъ, силы, порождающія торнадо, зависятъ всецѣло отъ особенно рѣзко выраженныхъ мѣстныхъ убываній температуры—по

мѣрѣ вертикальнаго поднятія, что́ рѣдко наблюдается одновременно на значительныхъ площадяхъ.

Движеніе воздуха въ торнадо вверхъ, внутрь и кругомъ иллюстрируется рис. 36. Воздухъ поднимается не прямо въ вертикальномъ направленіи, а по спиральнымъ линіямъ, обвивающимся вокругъ веретена и поднимается до тѣхъ поръ, пока не охладится, частью вслѣдствіе поднятія, частью вслѣдствіе расширенія въ центральномъ столбѣ; при этомъ водяные пары его становятся видимыми уже въ точкѣ C, лежащей значительно ниже уровня облаковъ FH.

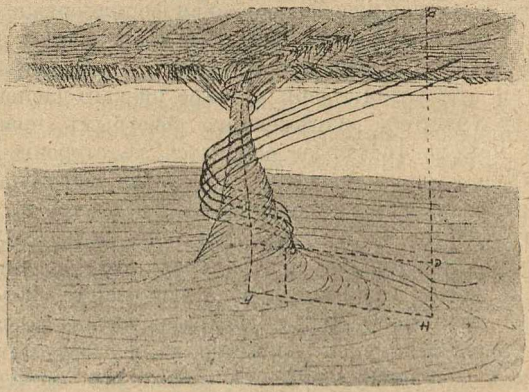


Рис. 36.

Торнадо можно разсматривать, какъ своего рода атмосферическія изверженія, аналогичныя тѣмъ вулканическимъ изверженіямъ, посредствомъ которыхъ энергія внутреннихъ областей земного шара проявляется въ какомъ-либо одномъ мѣстѣ.

Торнадо бываютъ преимущественно тамъ, гдѣ мѣстныя условія благопріятствуютъ созданію подобныхъ тепловыхъ

взрывовъ, напримѣръ, тамъ, гдѣ географическія условія благопріятствуютъ передвиженію холоднаго воздуха съ сѣвера бокъ о бокъ или надъ токомъ теплаго воздуха съ юга.

Такою областью par excellence являются равнины, занятыя бассейнами рѣкъ Миссисипи, Миссури и Огайо. Страны, расположенныя по этимъ бассейнамъ, особенно часто подвергаются дѣйствію торнадо. Преобладающее направленіе американскихъ горъ и холмовъ съ сѣвера на югъ много благопріятствуетъ встрѣчѣ теченій воздуха съ рѣзко противоположными температурами, тогда какъ горные хребты Стараго Свѣта, вытянутые преимущественно съ запада на востокъ, дѣйствуютъ въ этомъ отношеніи, какъ предохранительные барьеры.

Наиболѣе благопріятнымъ для образованія торнадо временемъ года является весна или раннее лѣто, когда земля уже нагрѣвается быстро, а воздухъ надъ нею еще холоденъ. По Финлею, торнадо бываютъ всего чаще въ маѣ, тогда какъ осенью и зимою ихъ почти совсѣмъ не бываетъ. Большею частью они появляются въ послѣполуденное время, когда нижніе слои воздуха бываютъ наиболѣе нагрѣтыми. Если ружье заряжено оно требуетъ только самаго легкаго нажатія курка, чтобы дать выходъ огромному количеству потенціальной энергіи. Точно такъ же подъемъ температуры на полградуса порождаетъ торнадо, который сразу устремляется въ свое грозное путешествіе.

Европейцы, къ счастью, гарантированные отъ этихъ бурь, едва ли способны представить себѣ, какъ велики опустошенія, причиняемыя ими въ Америкѣ. Впрочемъ, статистика показала, что смертныхъ случаевъ отъ торнадо и тамъ бываетъ меньше, чѣмъ отъ пожаровъ и наводненій.

Грозовыя бури, подобно торнадо, происходятъ тоже вслѣдствіе поднятія вверхъ массъ теплаго и влажнаго воздуха; но ширина воздушнаго столба здѣсь гораздо больше, и дѣйствіе этихъ бурь менѣе сильно и менѣе сконцентрировано.

На рис. 37 представленъ вертикальный разрѣзъ грозовой бури, при чемъ предполагается, что зритель находится съ правой стороны и наблюдаетъ приближеніе бури. Прежде всего, обыкновенно послѣ полудня, онъ замѣчаетъ въ западной части неба слой облаковъ cirro-stratus (c)*). Слой этотъ постепенно становится толще и толще, между тѣмъ какъ съ нижней поверхности его, подобно тому, какъ это бываетъ при фестончатыхъ кучевыхъ облакахъ (рис. 29), появляются фестоны (f).

Облака cirro-stratus могутъ появляться на разстояніи отъ 10 до 50 миль впереди бури. Благодаря этому на основаніи ихъ появленія опытные люди, какъ Клементъ Лей, могутъ

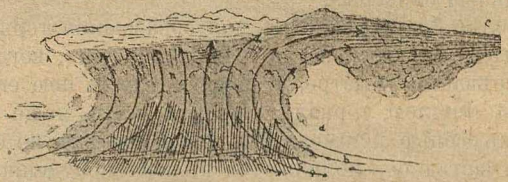


Рис. 37.

за нѣсколько часовъ предсказывать грозовыя бури. Затѣмъ слѣдуютъ облака cumulo - nimbus, представляющія собою переднюю, фронтовую часть восходящихъ теченій. Ниже ихъ видно паденіе дождя (r) въ видѣ полога. Подъ массою темныхъ облаковъ немного позади ихъ передняго края носятся обрывки шкваловыхъ облаковъ (s), и все это движется надъ землею со скоростью 30—80 кил. въ часъ. Когда шкваловыя облака проносятся уже надъ головою зрителя, вѣтеръ внезапно принимаетъ обратное направленіе (притокъ воздуха смѣняется оттокомъ), какъ это изобра-

*) Этотъ слой нужно бы продлить еще на такое же разстояніе направо. Сокращенъ онъ только по недостатку мѣста.

жено стрѣлками на рисункѣ. Въ противоположность теплому и сырому вѣтру предшествующаго періода бури, этотъ шквалъ оттока характеризуется, особенно на сѣверо-западѣ Бенгальскаго залива, пріятною прохладою. Одновременно съ наступленіемъ шквала барометръ подымается приблизительно на $1^1/_2$ сант., начинаетъ падать дождь или градъ, сверкаетъ молнія и прямо надъ головой раздаются раскаты грома, пока не пройдетъ центръ бури и все не приметъ опять своего первоначальнаго вида, за исключеніемъ температуры, которая всегда бываетъ понижена. Шквалъ оттока, какъ думаютъ, есть явленіе, подобное отдачѣ ружья при выстрѣлѣ: влажный воздухъ въ центрѣ бури расширяется при поднятіи вверхъ такъ внезапно, что наталкивается на прилежащій воздухъ и гонитъ его наружу въ направленіи наименьшаго сопротивленія, т.-е. къ переднему краю бури.

Грозовыя бури несутся по одному направленію съ движеніемъ воздуха, вблизи ихъ вершинъ, между тѣмъ какъ только что упомянутое поверхностное вторженіе воздуха сверху происходитъ, какъ видно на рисункѣ, въ противоположномъ направленіи, — это-то и дало поводъ утверждать, что грозовыя бури движутся противъ вѣтра.

Существуютъ по меньшей мѣрѣ два типа грозовыхъ бурь. Одинъ пріуроченъ главнымъ образомъ къ экваторіальнымъ областямъ и къ лѣтнему времени въ болѣе высокихъ широтахъ. Другой же встрѣчается вмѣстѣ съ циклонами въ ихъ юговосточныхъ квадрантахъ.

Оба типа обязаны своимъ происхожденіемъ восходящимъ токамъ влажнаго теплаго воздуха, но въ первомъ случаѣ теплый воздухъ становится таковымъ на мѣстѣ, въ силу нагрѣванія въ продолженіе дня, въ послѣднемъ же — онъ часто приносится съ извѣстнаго разстоянія. Въ буряхъ перваго рода облако является изолированнымъ и нерѣдко тянется непрерывно съ 350 м. вверхъ до уровня перистыхъ облаковъ на высотѣ 10000 м. Переставъ подниматься, оно расходится въ

видѣ слоя по всѣмъ направленіямъ, такъ что издали имѣетъ иногда видъ громадной наковальни.

Циклонныя грозовыя бури не стоятъ въ такой зависимости отъ мѣстнаго нагрѣванія солнцемъ, онѣ часто бываютъ по ночамъ и зимою въ Шотландіи, Норвегіи и Исландіи. Въ этихъ случаяхъ охлажденіе верхнихъ слоевъ производитъ тотъ же эффектъ, какъ въ первомъ случаѣ нагрѣваніе нижнихъ. Подобно торнадо, эти грозовыя бури направляются большею частью на востокъ и своимъ появленіемъ указываютъ на существованіе центра циклона въ Европѣ на сѣверо-западѣ, въ Австраль-Азіи—на юго-западѣ.

Въ 1752 г. Франклинъ своимъ незабвеннымъ опытомъ со змѣемъ въ Филадельфіи доказалъ тождество молніи съ электрическими явленіями, получаемыми на землѣ искусственно. Однако еще и теперь очень мало извѣстно относительно дѣйствительной причины скопленія потенціальной электрической энергіи, находящей исходъ въ разрядахъ молніи.

Воздухъ обыкновенно заряженъ извѣстнымъ количествомъ положительнаго электричества, земля же, наоборотъ,— отрицательнаго. Сосредоточеніе электричества, наблюдаемое при грозовыхъ буряхъ, какъ полагаютъ, происходитъ вслѣдствіе увеличенія количества электричества и быстраго возрастанія электрическаго потенціала (или способности производить работу); это возрастаніе, въ свою очередь, зависитъ отъ того, что массы влажнаго воздуха поднимаются вверхъ, образуютъ башнеподобныя кучевыя облака и, вслѣдствіе сгущенія, выдѣляютъ свои пары въ видѣ водяныхъ капель.

Когда маленькіе пузырьки воды, соединяясь другъ съ другомъ, образуютъ большія водяныя капли, электрическіе заряды, всегда находящіеся на ихъ поверхности, тоже сливаются. Поверхности капель при этомъ возрастаютъ медленнѣе: поверхность одного шара всегда меньше поверхностей двухъ, его образовавшихъ. Слѣдовательно, чѣмъ больше пузырьки сливаются вмѣстѣ, тѣмъ меньше будетъ мѣста для распространенія извѣстнаго количества электричества;

должна, неизбѣжно, возрасти толщина слоя его, или, выражаясь электротехническимъ языкомъ, плотность электричества. Если, напримѣръ, триста трилліоновъ пузырьковъ слились для того, чтобы дать одну дождевую каплю, то поверхность послѣдней составитъ всего только одну восьмимилліонную долю площади, равной суммѣ всѣхъ поверхностей образовавшихъ ее пузырьковъ. Слѣдовательно, плотность электричества на поверхности дождевой капли возрастаетъ въ восемь милліоновъ разъ, а потенціалъ, или способность разряда, по простому электрическому закону, возрастаетъ при этомъ въ пятьдесятъ билліоновъ разъ.

Отсюда можно понять, почему, когда массы влажнаго воздуха подымаются вверхъ въ количествѣ, достаточномъ для того, чтобы причинить сгущеніе паровъ и выпаданіе дождя, что̀ обыкновенно бываетъ при грозовыхъ буряхъ, могутъ происходить ужасные разряды электричества въ видѣ молніи. Для объясненія ихъ происхожденія нѣтъ надобности прибѣгать къ какой-нибудь спеціальной теоріи.

Въ Америкѣ, главнымъ образомъ отъ апрѣля до сентября, отъ молніи гибнетъ каждый годъ приблизительно 250 человѣкъ.

Громоотводы уравниваютъ токи электричества между воздухомъ и землей и этимъ предупреждаютъ разрушительные разряды. Они теперь повсюду дѣлаются изъ желѣза и должны всегда находиться въ соприкосновеніи съ влажною землею, такъ какъ ихъ дѣйствіе заключается не въ притяженіи атмосфернаго электричества внизъ, но въ томъ, что они представляютъ возможность земному электричеству течь вверхъ.

Даже при совершенно ясной погодѣ, между воздухомъ и землею существуетъ постоянная разница въ электрическомъ состояніи. Летающіе змѣи со стальною проволокою на Blue Hill, у Бостона, должны быть соединены проводникомъ съ землею, иначе наблюдателю даже въ безоблачные дни пришлось бы испытывать сильные толчки.

Молнія бываетъ разныхъ родовъ. Иногда она развѣтвляется по всѣмъ направленіямъ отъ облака къ облаку и

находится слишкомъ далеко отъ земли, чтобы достигнуть поверхности ея черезъ промежуточное пространство. Это часто бываетъ въ тропическихъ странахъ, гдѣ автору приходилось видѣть прямо надъ собою прекрасную электрическую бурю безъ грома. Въ другихъ случаяхъ, особенно при циклонныхъ грозовыхъ буряхъ, молнія наблюдается въ низко плавающихъ облакахъ и ударяетъ въ видѣ зигзага въ землю, сопровождаясь сильнымъ громомъ. Послѣдній происходитъ вслѣдствіе быстраго нагрѣванія и расширенія воздуха проходящимъ черезъ него разрядомъ. Звукъ образуется здѣсь такимъ же совершенно путемъ, какъ при выстрѣлѣ, когда, вслѣдъ за воспламененіемъ пороха, газы внезапно расширяются въ такомъ ограниченномъ пространствѣ, какъ дуло ружья.

Поврежденія и разрушенія деревьевъ и домовъ происходятъ тоже вслѣдствіе расширенія воздуха или матерьяла, неспособнаго проводить разряды. Что касается человѣка, дѣйствіе на него ударовъ молніи частью зависитъ отъ развивающейся при этомъ теплоты, частью же отъ потрясенія нервной системы.

Иногда наблюдается особая форма молніи, когда она спускается съ облаковъ въ видѣ огненнаго шара. Эти изолированные электрическіе шары продѣлываютъ странныя штуки, медленно странствуя самыми прихотливыми извилистыми путями и, повидимому, дѣлаютъ мало вреда до самаго момента взрыва. Думаютъ, что эти шары представляютъ подобіе лейденскихъ банокъ, при чемъ слой воздуха замѣняетъ собою стекло.

Огни св. Эльма—явленіе, иногда наблюдаемое на мачтахъ судовъ въ бурную погоду. При этомъ верхушка мачты окружена блѣдно свѣтящимся шаромъ электрическаго свѣта. На самомъ дѣлѣ это есть щетка разрядовъ между верхушкою мачты и сильно заряженною атмосферою надъ нею.

Самыя сильныя въ мірѣ бури съ громомъ и молніей наблюдаются, вѣроятно, въ сѣверо-западной части Бенгаліи, гдѣ

одна молнія можетъ длиться по часу и дольше за разъ. Это происходитъ вслѣдствіе громаднаго сгущенія паровъ, вызваннаго поднятіемъ вверхъ сильно влажнаго воздуха этой мѣстности. Однако самыя страшныя электрическія явленія чаще встрѣчаются тамъ, гдѣ, какъ въ Колорадо, воздухъ обыкновенно сухъ. Автору пришлось однажды испытать на станціи желѣзной дороги въ Колорадо бурю, во время которой, соотвѣтственно каждой вспышкѣ молніи на небѣ, въ телеграфной конторѣ одновременно наблюдались въ миніатюрѣ молніи и громовые удары. Проволока наружнаго проводника расплавилась, и, по словамъ одного изъ насъ, отважившагося въ это время выйти съ распущеннымъ зонтикомъ, дождевыя капли были словно свинцовыя.

На вершинѣ Pike's Peak въ томъ же округѣ, на высотѣ 4800 м., въ теперь уже не существующей обсерваторіи наблюдателямъ приходилось испытывать весьма сильныя сотрясенія электрическаго разряда даже при такомъ обыкновенномъ дѣйствіи, какъ запираніе дверей, а, пройдясь по комнатѣ, они могли зажигать газъ своими пальцами. Въ Канадѣ зимою, когда воздухъ очень сухъ и морозенъ, наблюдаютъ часто тѣ же самыя явленія.

Сначала полагали, что громъ и градъ въ арктическихъ странахъ неизвѣстны, но Гаррисъ недавно показалъ, что оба явленія наблюдаются на сѣверѣ до самаго Шпицбергена и довольно часты въ морѣ Баренца. Возможно, что теплыя океаническія теченія приносятъ къ этимъ холоднымъ мѣстамъ достаточно тепла и влаги, чтобы произвести ту вертикальную неустойчивость атмосферы, которая служитъ причиною этихъ явленій.

Особая дугообразная форма облаковъ при тепломъ сѣверо-западномъ вѣтрѣ Ново-Зеландіи—nor'wester, мексиканскомъ „памперо“ и при дуговомъ шквалѣ (arched squall) тропическихъ морей и болѣе высокихъ широтъ есть просто эффектъ перспективы, вызванный тѣмъ, что длинный свитокъ облаковъ надвигается прямо на зрителя.

ГЛАВА XIII.

Возможность держаться въ воздухѣ и воздухоплаваніе.

Побѣда человѣка надъ сушей можно сказать, почти завершена. Воздухъ, не смотря на всѣ старанія, ускользаетъ до сихъ поръ отъ власти человѣка. Только на короткое время и съ большою опасностью и неудобствами удавалось до сихъ поръ подниматься въ воздухъ на воздушныхъ шарахъ.

Воздушные шары появились не болѣе 100 лѣтъ тому назадъ.

Лихтенбергъ (Lichtenberg) изъ Геттингена въ 1781 г. былъ одинъ изъ первыхъ, кто сталъ дѣлать опыты въ этомъ направленіи: онъ приготовилъ изъ козлиной кожи, небольшой шаръ, который, послѣ наполненія водородомъ, поднимался въ воздухѣ. Томасъ Кавалло (Th. Cavallo), итальянскій выходецъ, около того же времени наполнялъ мыльные пузыри водородомъ и наблюдалъ, какъ они летѣли вверхъ. Прежде чѣмъ онъ пошелъ дальше, большой шагъ впередъ былъ сдѣланъ во Франціи двумя братьями Монгольфьери: пытались заставить подняться шелковый мѣшокъ, въ который были пущены клубы пара. Зажигая огонь, чтобы увеличить клубы, они случайно натолкнулись на устройство тѣхъ самыхъ „шаровъ съ нагрѣтымъ воздухомъ“, которые затѣмъ прославили ихъ имя.

Первымъ человѣкомъ, который самъ въ 1783 г. 21-го

ноября поднялся на воздушномъ шарѣ, былъ Пилатръ де-Розье (Pilatre de Rozie); на этотъ разъ былъ употребленъ свѣтильный газъ, полученный изъ каменнаго угля, который затѣмъ и сталъ служить повсюду для подобныхъ цѣлей.

Вскорѣ послѣ этого, въ 1785 г., Бланшаръ (Blanchard) удачно перелетѣлъ на шарахъ черезъ Па-де-Кале, и послѣ того поднятіе на шарѣ вошло въ моду, хотя вначалѣ дѣло не обходилось безъ разнаго рода несчастныхъ и даже смертельныхъ случаевъ. Парашютъ, который теперь такъ знакомъ всѣмъ, благодаря очень удачному спуску Балдвина, впервые былъ употребленъ 21 октября 1797 г. Гарнериномъ (Garnerin), который безопасно спустился при помощи его съ аэростата, но испыталъ при этомъ сильныя качанія; теперь этихъ качаній удается избѣгать, благодаря центральному отверстію, черезъ которое собравшійся подъ парашютомъ воздухъ имѣетъ возможность спокойно выходить вверхъ. Исторія поднятій на воздушныхъ шарахъ Люнарди (Lunardi), Тиссандье (Tissandier), Фонвіеля (Fonvielle), Гей Люссака (Gay Lussac), Грина (Green), Надара (Nadar), Глейшера (Glaisher) и Коксуэля (Coxwell) есть исторія непрерывныхъ улучшеній, повышенія успѣшности и безопасности воздухоплаванія. Эти путешествія, особенно двухъ послѣднихъ воздухоплавателей, многое прибавили къ нашимъ познаніямъ верхнихъ слоевъ атмосферы. Въ самое недавнее время сдѣланы большіе успѣхи въ конструкціи шаровъ, англійскимъ военнымъ аэростатическимъ отдѣломъ въ Чатамѣ главнымъ образомъ въ цѣляхъ примѣненія воздухоплаванія въ военныхъ операціяхъ.

Матерьяломъ для приготовленія шаровъ служатъ бычачьи внутренности, которыя могутъ удерживать водородъ, не пропуская его сквозь себя. Чистый водородъ почти въ $2^1/_2$ раза легче свѣтильнаго газа, и потому наполненные имъ шары, конечно, еще легче держатся въ воздухѣ, а balon captive могутъ лучше противостоять понижающей силѣ вѣтра. Шаръ изъ такого матеріала съ 300 куб. м. газа вѣ-

ситъ только 97 килогр. Сверху дѣлается клапанъ изъ алюминія, а для сообщенія аэронавтовъ съ землею служитъ телефонная проволока. Изъ корзины, привѣшенной къ шару, можно свободно видѣть на разстояніи двухъ миль вокругъ, что дѣлаетъ возможнымъ не только военныя рекогносцировки, но даже фотографированіе съ шара.

Такимъ образомъ при помощи воздушныхъ шаровъ можно держаться въ воздухѣ, но на нихъ нельзя двигаться по желанію въ томъ или другомъ направленіи. Кто желаетъ летѣть на шарѣ, тотъ долженъ, nolens volens, направляться туда, куда понесетъ его вѣтеръ. Люди еще очень далеки отъ того, чтобы покорить воздухъ въ той же степени, какъ они покорили своей волѣ сушу и море, и, находясь на воздушномъ шарѣ, путешественники едва ли могутъ больше управлять направленіемъ движенія, чѣмъ подхваченная вихремъ соломинка.

Нѣсколько лѣтъ тому назадъ госпожи Кребсъ (Krebs) и Ренаръ (Renard) во Франціи, казалось, рѣшили проблему управляемаго воздушнаго шара. Онѣ придали своему воздушному шару сигарообразную форму и снабдили его двигателемъ, который приводилъ въ движеніе винтъ съ крыльями, прикрѣпленный на одномъ концѣ сигары.

Дѣйствительно, въ тихую погоду на этомъ снарядѣ можно было дѣлать по нѣскольку миль въ часъ; зато при вѣтрѣ онъ оказался совершенно негоднымъ, а между тѣмъ на сколько-нибудь значительной высотѣ надъ земною поверхностью вѣтеръ существуетъ постоянно.

Покойный проф. Гельмгольцъ нанесъ смертельный ударъ надеждѣ на практическое осуществленіе мечты объ управляемыхъ воздушныхъ шарахъ и путемъ теоретическихъ соображеній показалъ, что воздушный шаръ не можетъ двигаться противъ вѣтра, имѣющаго скорость болѣе двадцати миль въ часъ, безъ того, чтобы весь остовъ его не былъ разрушенъ. Поэтому для окончательнаго рѣшенія

проблемъ воздухоплаванія намъ надо искать другихъ способовъ передвиженія по воздуху.

Летаніе птицъ съ самыхъ давнихъ временъ возбуждало у людей зависть и удивленіе.

Древняя легенда объ Икарѣ, который сдѣлалъ себѣ пару крыльевъ и испортилъ ихъ, подлетѣвъ слишкомъ близко къ лучезарному Фебу, очевидно, основана на никогда не исчезавшемъ у человѣка желаніи носиться по воздуху, подобно птицамъ.

Въ 1470 г. „сверхъестественный геній", Леонардо-да-Винчи, работая надъ картиною, изображающею Святое Семейство, развлекался въ промежуткахъ между прочимъ составленіемъ проекта летательныхъ снарядовъ. Болѣе того, изъ его замѣтокъ явствуетъ, что онъ уже ясно понималъ, что главная трудность здѣсь не въ томъ, чтобы снаряды поднимались и передвигались, а въ томъ, чтобы удерживать ихъ въ равновѣсіи.

Недавній несчастный случай, стоившій жизни энтузіасту—воздухоплавателю Лиліенталю (Herr Lilienthal изъ Steglitz), произошелъ именно вслѣдствіе того, что онъ не сумѣлъ при сильномъ порывѣ вѣтра сохранить равновѣсіе своего снаряда.

Исторія дѣлавшихся въ прошломъ попытокъ летать по воздуху не можетъ внушить людямъ особенной вѣры въ свою врожденную сообразительность и остроуміе. Большею частью, это исторія плачевныхъ паденій и фатальной неспособности представить себѣ дѣйствительныя границы силы человѣческихъ мускуловъ. Первая серьезная попытка научнымъ образомъ взяться за эту задачу была сдѣлана Уенхамомъ (Wenham) въ 1866 г., въ докладѣ, представленномъ Aeronautical Society, гдѣ были разобраны основы висѣнія въ воздухѣ при помощи ударовъ крыльями и паренія.

Съ того времени, благодаря трудамъ проф. Ланглея (Langley) изъ Питтсбурга, Хирамъ Максима (Hiram Maxim)

изъ Англіи, Октава Ченюта (O. Chanute) изъ Чикаго и Харгрэва (Hargrave) изъ Сиднея, вопросъ о летательныхъ снарядахъ значительно подвинулся впередъ.

Снаряды, предложенные сейчасъ перечисленными лицами, не имѣютъ въ виду подражать маханію крыльевъ, посредствомъ которыхъ птицы поднимаются въ воздухъ; они построены на принципахъ, благодаря которымъ нѣкоторыя птицы, разъ онѣ достигли извѣстной скорости движенія, могутъ парить или плавать въ воздухѣ съ распущенными крыльями.

Хотя слѣдовать природѣ правило довольно надежное, однако въ точности подражать ей далеко не во всѣхъ случаяхъ необходимо и разумно. При передвиженіи по поверхности земли оказалось болѣе удобнымъ пользоваться колесами, чѣмъ какими-нибудь быстро движущимися ногами, точно такъ же и при движеніи по воздуху удобнѣе разложить сложное движеніе крыльевъ птицъ на два отдѣльныхъ элемента: поддерживаніе на извѣстной высотѣ и толканіе впередъ, и имѣть дѣло съ каждымъ изъ нихъ отдѣльно. У птицъ крылья, съ одной стороны, даютъ толчки сзади и, съ другой стороны, дѣйствуютъ одновременно, подобно наклонной плоскости, которая, если ее толкать въ воздухѣ въ горизонтальномъ направленіи, превращаетъ самое его давленіе въ поддерживающую силу. Въ искусственныхъ летательныхъ снарядахъ толчокъ сзади дается при помощи винтового вѣера или воздушнаго колеса, помѣщеннаго на задней части плоскости, и вся плоскость остается все время наклоненною подъ извѣстнымъ угломъ.

Принципъ наклонной плоскости вполнѣ аналогиченъ тому принципу, въ силу котораго пущенный дѣтьми воздушный змѣй держится на воздухѣ, если попадетъ въ легкій вѣтеръ. Когда вѣтеръ утихаетъ, маленькій владѣлецъ змѣя бѣжитъ съ веревкою и превращаетъ своего змѣя въ летательный снарядъ, поддерживая его въ воздухѣ развивающимся при бѣгѣ вѣтромъ. Перерѣжемъ веревку, снаб-

димъ змѣя двигателемъ и толкающимъ впередъ вѣромъ — и онъ будетъ летать самъ, безъ помощи мальчика: получится настоящая свободно летающая машина. Итакъ бумажный змѣй — вотъ основаніе, изъ котораго надо исходить при устройствѣ летательныхъ снарядовъ. Летательный снарядъ не что иное, какъ самодвижущійся змѣй.

Дѣйствіе вѣтра на змѣй, или на наклонную плоскость, двояко. Онъ частью толкаетъ его по направленію своего движенія, частью приподымаетъ вверхъ. Нѣкоторыя птицы, какъ, напримѣръ, пустельга, изображенная на рис. 38, орелъ,

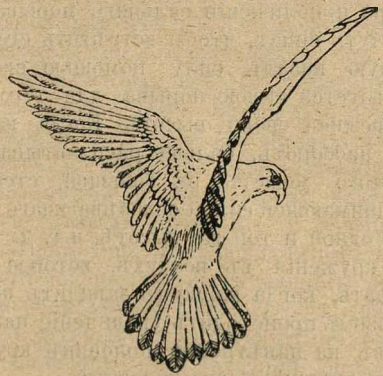


Рис. 38.

коршунъ, альбатросъ (въ особенности два послѣдніе) и др., обладаютъ способностью противодѣйствовать силамъ, заставляющимъ двигаться по вѣтру, и могутъ повиснуть въ воздухѣ, какъ говорятъ, парить или плавать довольно долгое время, не прибѣгая къ маханію крыльевъ, пользуясь только дѣйствіемъ вѣтра на поверхность ихъ. Въ точности способъ, какимъ онѣ дѣлаютъ это, еще не вполнѣ выясненъ. Максимъ полагаетъ, что въ данномъ случаѣ птицы

пользуются инстинктивно мѣстными восходящими токами воздуха.

Альбатросы южныхъ морей, которыхъ автору приходилось часто наблюдать часами и даже днями, несомнѣнно, пользуются дующимъ у поверхности воды вѣтромъ, для того, чтобы вновь подняться вверхъ, послѣ того, какъ они спустились почти до поверхности воды.

Проф. Ланглей, съ другой стороны, приписываетъ висѣніе въ воздухѣ, какъ при летаніи, такъ и при пареніи, болѣе общей врожденной способности птицъ приноравливаться къ быстрымъ перемѣнамъ скорости вѣтра, которыя наблюдаются на высотѣ. При приближеніи сильнаго порыва, птица спускается чуть-чуть внизъ, чтобы встрѣтить его, и, преодолѣвая толкающую назадъ силу помощью своего движенія впередъ, пользуется силою порыва для того, чтобы держаться на прежней своей высотѣ. Когда наступаетъ затишье, птица, наоборотъ, больше распластываетъ крылья и вслѣдствіе этого можетъ въ большей степени пользоваться приподнимающей силой ослабѣвающаго вѣтра и опять держаться на одной и той же высотѣ, и т. д.

Во время круженія въ воздухѣ, которое обыкновенно можно наблюдать, когда коршунъ завидитъ падаль, подобнымъ же образомъ происходитъ увеличеніе наклона поверхности крыльевъ на навѣтреной половинѣ круга, и уменьшеніе его на подвѣтреной его половинѣ.

Пареніе и плаваніе птицъ возможно только тогда, когда есть движеніе воздуха. Разъ воздухъ совершенно спокоенъ, даже альбатросъ оказывается вынужденнымъ махать крыльями. Слѣдовательно, только во время вѣтра разумно построенный летательный снарядъ можетъ болѣе или менѣе точно подражать паренію птицъ. Если нѣтъ вѣтра естественнаго, надо при посредствѣ вращающагося винтового вѣера создать его искусственно, при чемъ поверхность снаряда все время должна быть наклонена нѣсколько вверхъ.

Не скоро еще человѣкъ пріобрѣтетъ такое „чувство по-

лета", чтобы быть въ состояніи такъ же искусстно плавать по воздуху, обходясь безъ помощи двигателя своихъ летательныхъ снарядовъ, какъ плаваетъ альбатросъ почти безъ всякаго движенія крыльевъ. Однако можно сказать навѣрно, что постепенно это чувство разовьется, лишь только удастся людямъ странствовать по воздуху на двигателяхъ аэропланахъ.

Въ настоящее время вопросъ о летаніи находится въ слѣдующемъ положеніи. Максимъ устроилъ по принципу аэроплана большой снарядъ, который, если ему придать поступательное движеніе, можетъ подняться вмѣстѣ съ нѣсколькими людьми на нѣсколько футовъ отъ земли.

Проф. Ланглей приготовилъ небольшой снарядъ съ керосиновымъ двигателемъ, который пролетѣлъ значительное разстояніе, пока не истощилась его движущая сила.

Харгрэвъ въ Сиднеѣ тоже занимается устройствомъ летательнаго снаряда. Въ основѣ его снаряда лежитъ такъ называемый клѣточный змѣй, или змѣй съ двойной плоскостью, имъ же изобрѣтенный и оказавшійся, какъ недавно еще было доказано, самымъ прочнымъ и совершеннымъ изъ всѣхъ до сихъ поръ приготовлявшихся змѣевъ.

Хотя устроители летательныхъ машинъ никогда не старались рабски подражать строенію птицъ, изученіе послѣднихъ, особенно крупныхъ парящихъ птицъ, оказало большія услуги воздухоплаванію. Оно доказало, какъ ясно выражено герцогомъ Аржильскимъ (Duke of Argyll) въ его „Reigne of Law" (Царство закона), что птицы „летаютъ не потому, что онѣ легче воздуха, а потому, что онѣ гораздо тяжелѣе его. Если бы онѣ были легче воздуха, онѣ могли бы плавать въ немъ, но не были бы въ состояніи летать.Въ этомъ различіе между воздушнымъ шаромъ и птицей".

Всякій летательный снарядъ можетъ двигаться въ воздухѣ только вслѣдствіе своего превосходства въ вѣсѣ. Слѣдовательно, вѣсъ его долженъ быть тѣмъ больше, чѣмъ больше сопротивленіе, которое на него оказываетъ воздухъ.

Другой важный выводъ вытекаетъ изъ того факта, что крылья птицъ противопоставляютъ вѣтру большую длину (считая отъ конца одного крыла до конца другого) при сравнительно небольшой ширинѣ.

Напримѣръ, крылья короля летуновъ альбатроса (Diomedea exulans) при длинѣ 15 ф. имѣютъ поперекъ только 8 дюймовъ. И это имѣетъ свое основаніе. Когда какая-нибудь плоская поверхность движется черезъ воздухъ, то наиболѣе сильное его давленіе вверхъ сосредоточивается вблизи ея передняго края. Въ томъ случаѣ, если бы поверхность простиралась далеко назадъ отъ передняго края, центръ тяжести находился бы сравнительно далеко отъ мѣста сосредоточенія воздушнаго давленія, и это давленіе, будучи неуравновѣшено, стремилось бы опрокинуть плоскость назадъ. При небольшой ширинѣ плоскости, равнодѣйствующая вѣса будетъ дѣйствовать близко отъ области наибольшаго дѣйствія воздушнаго давленія, такъ что обѣ силы другъ друга уравновѣсятъ, и плоскость сохранитъ свое устойчивое положеніе.

Харгрэвъ именно этому принципу и слѣдовалъ при изобрѣтеніи своего клѣточнаго или коробкообразнаго змѣя, устройство котораго безъ дальнѣйшихъ разъясненій видно изъ помѣщеннаго ниже изображенія (рис. 39).

Размѣры на рисункѣ обозначены въ дюймахъ. Длина каждой клѣтки (на рис. справа налѣво) 30 д., ширина, высота обѣихъ клѣтокъ и промежутокъ между ними равняются приблизительно 11 д.; впрочемъ размѣры эти могутъ измѣняться, но такъ, чтобъ вмѣстѣ обѣ клѣтки образовали почти квадратную площадь. Важная особенность такого безхвостаго змѣя состоитъ въ его защищенности съ боковъ, она обезпечиваетъ устойчивость снаряда даже лучше, чѣмъ двѣ плоскости, наклоненныя одна къ другой наподобіе V, какъ крылья пустельги, парящей по воздуху; эти края мѣшаютъ также змѣю опрокинуться подобно тому, какъ наклонные бока придаютъ устойчивость судну.

Максимъ показалъ преимущество такихъ боковыхъ пло-

скостей на простомъ опытѣ съ листомъ бумаги. Если листъ держать въ горизонтальномъ положеніи и пустить падать на полъ, то при паденіи онъ будетъ описывать въ воздухѣ зигзаги и нерѣдко совершенно переворачивается на другую сторону. Между тѣмъ, если у того же куска бумаги загнуть такъ края, чтобы онъ образовалъ подобіе плоскодонной лодочки, онъ опускается къ полу по прямой линіи и вполнѣ равномѣрно. Летательнымъ снарядамъ будущаго, повиди-

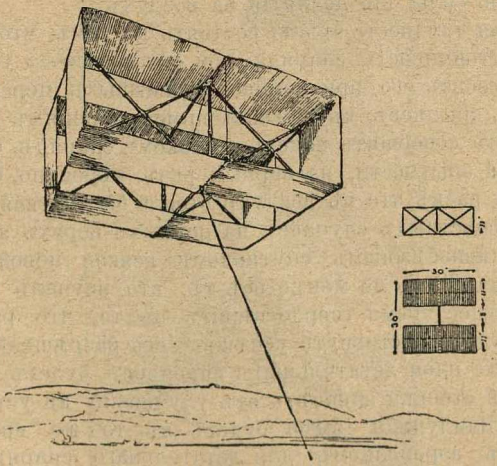


Рис. 39.

мому, предстоитъ слѣдовать въ своемъ устройствѣ этому именно образцу.

Первая задача воздухоплаванія состоитъ въ томъ, чтобы заставить подняться въ воздухъ устойчивый аэропланъ, снабженный двигателемъ и винтовымъ вѣеромъ, которые могли бы придать ему поступательное движеніе требуемой скорости. Максимъ помѣщалъ свои пластины подъ угломъ 1°—13°, и его опыты показали, что поддерживающая

сила воздуха въ двадцать, а движущая сила винтового колеса въ тринадцать разъ больше, чѣмъ прежде предполагалось. Машина, приводящая въ движеніе колесо, очень легка и работаетъ керосиномъ. Харгрэвъ полагаетъ, что вѣсъ двигателя при работѣ въ $3^1/_2$ лошадиныя силы долженъ быть не больше 30 фунт. Помѣщается онъ въ промежуткѣ между двумя клѣтками. Недавніе опыты проф. Ланглея съ его моделью показали, что такая машина развиваетъ вполнѣ достаточно силы для поднятія на воздухъ.

Главная трудность будетъ состоять въ томъ, чтобы обезпечить устойчивость снаряда при *всевозможныхъ* условіяхъ и приспособить его, при помощи подвижныхъ переднихъ и боковыхъ крыльевъ, къ измѣняющимся теченіямъ воздуха.

Попытка совершить полетъ на такомъ снарядѣ, безъ значительной опытности, на первый разъ, вѣроятно, была бы неудачна, развѣ что въ воздухѣ стояла бы мертвая тишина. Эпоха несчастныхъ случаевъ на первыхъ порахъ является, кажется, неизбѣжнымъ спутникомъ всякой новой формы транспорта. Тѣмъ не менѣе всѣ тѣ, кто изучалъ вопросъ, въ настоящее время твердо вѣрятъ въ то, что рано или поздно будетъ достигнуто успѣшное его разрѣшеніе.

Развитіе идеи летательныхъ снарядовъ будетъ въ значительной степени зависѣть отъ улучшеній въ устройствѣ змѣевъ. Наилучшій змѣй будетъ въ то же время наилучшимъ аэропланомъ для летательнаго снаряда. Змѣй впервые былъ изобрѣтенъ китайскимъ генераломъ Фанъ-Синомъ, въ 206 г. до Р. Хр., для военныхъ надобностей, и послѣ того нерѣдко употреблялся въ Китаѣ жителями осажденныхъ городовъ для сношенія съ внѣшнимъ міромъ. Но затѣмъ значеніе змѣевъ было низведено до дѣтской игрушки.

Однако въ срединѣ настоящаго столѣтія, нѣкто Пококъ (Pocock) въ Бристолѣ пользовался змѣемъ для передвиженія экипажей и, говорятъ, такимъ образомъ проѣхалъ изъ Бристоля въ Лондонъ. Адмиралъ Бэкъ (Back) на „Террорѣ“ и

Бертъ (Mr. Birt) въ Кью въ 1847 г. употребляли воздушныхъ змѣевъ для измѣренія температуры высшихъ слоевъ воздуха.

Объ этихъ наблюденіяхъ успѣли совершенно забыть, когда въ 1883 г. авторъ настоящей книги впервые предложилъ пользоваться змѣями для систематическихъ изслѣдованій

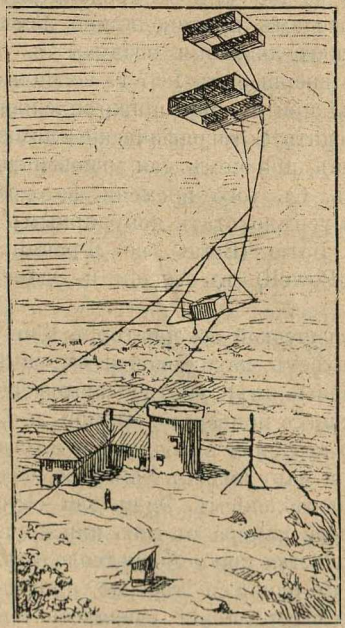


Рис. 40.

такого рода. Послѣ того сдѣлалось извѣстнымъ, что д-ръ Уильсонъ (Wilson) изъ Гласго еще въ 1749 г. задавался идеей изучить при помощи змѣевъ температуры воздуха и тѣмъ самымъ воскресилъ идею эксплуатаціи воздушнаго змѣя съ утилитарными цѣлями.

Въ опытахъ автора впервые была примѣнена стальная

проволока. Два змѣя ромбоидальной формы изъ шелковой матеріи на бамбуковомъ остовѣ соединялись вмѣстѣ и къ проволокѣ въ различныхъ пунктахъ были прикрѣплены четыре самопишущихъ анемометра Biram'a въ 1½ фунт. вѣсомъ каждый. Такимъ образомъ инструменты поднимались на высоты отъ 60 до 450 м. и въ продолженіе трехъ лѣтъ по различнымъ поводамъ производились измѣренія средняго возрастанія общаго движенія воздуха съ высотой. Точно такъ же авторъ впервые въ 1887 г. воспользовался змѣемъ для того, чтобы при помощи прикрѣпленной къ проволокѣ камеры производить фотографическіе снимки съ лежащихъ внизу предметовъ, при чемъ для мгновеннаго затвора примѣнялся взрывъ. Съ того времени фотографированіе при помощи змѣевъ успѣло стать популярнымъ и съ успѣхомъ практиковалось Батю (Batut) во Франціи, кап. Баденъ-Поуэль (Baden-Powell) въ Англіи и Эдди (Eddy) въ Нью-Джерсеѣ.

На метеорологической обсерваторіи Blue Hill возлѣ Бостона, въ Массачузетѣ, находящейся въ завѣдываніи Ротча (A. L. Rotch), парные змѣи употребляются для подъема разныхъ самопишущихъ приборовъ, камеръ и т. д. Рис. 40 изображаетъ собою строеніе, находящееся на высотѣ 190 м. надъ уровнемъ моря и пару змѣевъ Харгрэва, поддерживающихъ камеру съ приспособленіемъ Эдди для спусканія затвора. Высота, на которой камера въ тотъ или другой моментъ находится, опредѣляется при помощи теодолита.

Прикрѣпляя къ одной и той же проволокѣ нѣсколько змѣевъ, на этой обсерваторіи удавалось поднять приборы на значительныя высоты, при чемъ на вращающемся барабанѣ термографа и барографа Ришара производилась полная запись соотвѣтствующихъ давленій и температуръ.

Наивысшій пунктъ, надъ уровнемъ моря, котораго достигли такимъ образомъ, равняется 2862 м. (октябрь 1896 г.). Для этого потребовалось девять змѣевъ (средней величины) и три мили стальной проволоки. На указанной наибольшей

высотѣ температура падала до —10° въ то время, какъ на обсерваторіи, 2770 м. ниже, она равнялась 13° С.

Для всѣхъ такого рода цѣлей змѣи, слѣдовательно, пригодны въ такой же мѣрѣ, какъ и свободные аэростаты, по крайней мѣрѣ для высотъ коло трехъ миль. При этомъ они дешевле, транспортабильнѣе, чѣмъ шары на привязи, и обладаютъ гораздо большею силою поднятія, особенно въ вѣтреную погоду, когда шары почти совсѣмъ безполезны.

Въ 1888 г авторомъ было высказано печатно мнѣніе, что змѣи могутъ быть полезны не только для науки, но и во время войны*). Въ маѣ 1895 г. капит. Баденъ-Поуэль читалъ докладъ подъ заглавіемъ „Змѣи и польза отъ нихъ во время войны“. Объ статьи указывали на нѣкоторыя очевидныя преимущества змѣевъ надъ аэростатами. Во-первыхъ, они могутъ употребляться для всѣхъ тѣхъ цѣлей, для которыхъ служатъ и эти послѣдніе, а именно: для сигнализаціи, фотографированія, метанія торпедъ, переноса депешъ отъ одного судна къ другому; наконецъ, при ихъ помощи и человѣкъ можетъ подняться для производства рекогносцировки.

Вопросъ о „поднятіи людей“ долгое время разсматривался, какъ что-то неосуществимое, но кап. Поуэль и Харгрэвъ оба на практикѣ доказали осуществимость его: они сами поднялись при помощи змѣевъ, при чемъ первый достигъ даже высоты 30,5 метровъ.

Чтобы читатель имѣлъ понятіе о размѣрахъ змѣя, нужнаго для такихъ цѣлей, сообщимъ, что кап. Поуэль былъ поднятъ однимъ большимъ змѣемъ, имѣвшимъ площадь, равную 500 кв. фут., вѣсъ въ 60 фунт., и весь змѣй можно было свернуть въ трубку въ 12 фут. длины. Харгрэвъ въ ноябрѣ 1894 г. въ Станвельскомъ паркѣ, въ Н. Ю. Уэльсѣ, поднялся на высоту 16 фут. при помощи четырехъ, привязанныхъ другъ за другомъ змѣевъ, общая площадь которыхъ равнялась 232 кв

*) Les Cerf-volants Militaires. Bibliotheque des Connaisances Militaires. Paris, 1888.

фут., при чемъ вѣтеръ дулъ со скоростью около 33 кил. въ часъ. Весь державшійся на воздухѣ грузъ равнялся 208 фунт. Унція факта, говорятъ, стоитъ цѣлой тонны теоріи. Тутъ мы видимъ, что при вѣтрѣ со скоростью 33 кил. въ часъ, змѣй площадью въ 250 кв. фут. можетъ поддерживать человѣка.

При скорости вѣтра только въ 15 кил. въ часъ понадобился бы змѣй съ болѣе обширною площадью, чего легко достигнуть, соединяя вмѣстѣ по нѣсколько змѣевъ Харгрэва. При такихъ условіяхъ человѣкъ можетъ подняться съ помощью двухъ или большаго числа змѣевъ, какъ это изображено на рис. 42, и произвести рекогносцировку непріятель-

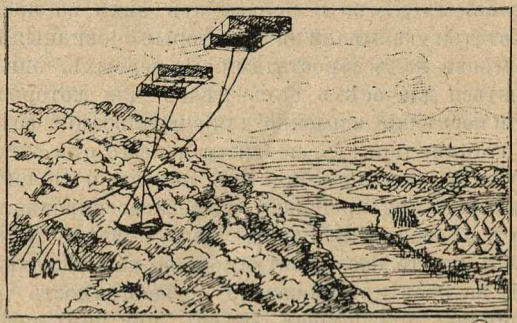


Рис. 41.

скихъ укрѣпленій или диспозиціи съ большимъ удобствомъ и гораздо большею безопасностью, чѣмъ при помощи аэростата на привязи.

Насколько летающіе змѣи удобопереносимы, даже если приданные имъ размѣры позволяютъ подниматься людямъ, можно судить на основаніи слѣдующихъ словъ одной изъ недавнихъ статей Харгрэва: „приготовленъ змѣй размѣромъ въ девятнадцать квадр. футовъ, который однако вѣситъ немногимъ больше фунта и складывается наподобіе небольшого зонтика. Десять штукъ такихъ змѣевъ можно носить

въ одной рукѣ; если есть порядочный кусокъ веревки и дуетъ порядочный вѣтерокъ, при ихъ помощи съ мостика лодки-миноноски или съ имперьяла омнибуса можно безъ труда подняться". „Миноноска", конечно, звучитъ болѣе героически, но полетъ съ нея, вѣроятно, представляетъ меньше опасности, чѣмъ съ омнибуса. Капитанъ Баденъ-Поуэль указалъ на многія возможныя примѣненія летающихъ змѣевъ, и я не вижу никакихъ основаній, почему имъ не занять опредѣленнаго мѣста среди другихъ снарядовъ, употребляющихся въ военномъ дѣлѣ, какъ на сушѣ, такъ и на морѣ.

Такъ или иначе, но теперь можно уже видѣть, что при помощи однихъ воздушныхъ шаровъ человѣку никогда не удастся вполнѣ завоевать воздушныя пространства. Для передвиженій по нимъ или, какъ выражается проф. Лэнглей, для „аэродромики", надо думать, будутъ служить „змѣи съ паровыми двигателями". Да и простые змѣи, вѣроятно, явятся серьезными соперниками аэростатовъ, по крайней мѣрѣ, въ качествѣ снарядовъ, дающихъ возможность „держаться" въ воздухѣ. Во всякомъ случаѣ съ увѣренностью можно сказать, что летающіе змѣи впослѣдствіи будутъ играть гораздо болѣе важную роль въ аэронавтикѣ, чѣмъ это было до сихъ поръ.

Прежде, чѣмъ закончить эту главу, укажемъ на то, что принципомъ наклонной плоскости, помимо пусканія змѣевъ, человѣчество воспользовалось въ двухъ случаяхъ утилизаціи воздушныхъ теченій, именно: въ плаваніи при помощи парусовъ и въ устройствѣ вѣтряныхъ мельницъ.

Вѣтеръ, встрѣчаясь съ парусомъ подъ извѣстнымъ угломъ, производитъ на него дѣйствіе, подобное тому, какое онъ оказываетъ на поверхность змѣя, особенно, когда послѣдній, подъ вліяніемъ усиливающагося вѣтра, медленно подымается вверхъ.

Вода играетъ здѣсь туже роль, какъ тамъ веревка, на которой змѣй привязанъ, съ тѣмъ однако отличіемъ, что вода даетъ

возможность лодкѣ вмѣстѣ съ парусомъ двигаться впередъ и потому каждую минуту какъ бы создаетъ новыя точки прикрѣпленія. Движеніе лодки по направленію вѣтра вполнѣ аналогично подъему змѣя, который впрочемъ прекращается благодаря нерастяжимости веревки. Движенію назадъ препятствуетъ напоръ воды. Главный парусъ всегда стремится быть впереди движущейся лодки и въ силу своей формы постоянно поворачивается вмѣстѣ съ послѣдней по направленію вѣтра. Форма лодки, маленькіе треугольные паруса, наконецъ дѣйствіе руля превращаютъ это вращательное движеніе въ непрерывное поступательное.

Какъ при полетѣ змѣевъ, такъ и здѣсь есть положеніе паруса (измѣняющееся для каждой комбинаціи лодки и парусовъ, а также въ зависимости отъ силы вѣтра), при которомъ достигается наибольшая скорость движенія лодки для даннаго направленія. Найти это положеніе и сумѣть удержать его и есть задача того, кто управляетъ движеніемъ лодки. На практикѣ оказывается, что этотъ наилучшій поворотъ паруса весьма близокъ къ наилучшему наклону змѣя: напр., при вѣтрѣ, дующемъ вкось желаемому движенію лодки, уголъ, образуемый парусомъ съ килемъ, не можетъ быть больше 24°. Въ вѣтряныхъ мельницахъ такъ называемый „уголъ погоды“ (the angle of weather), или уголъ, образуемый поверхностью крыльевъ съ плоскостью вращенія послѣднихъ, соотвѣтствуетъ углу между килемъ и парусомъ лодки и варьируетъ, судя по обстоятельствамъ, въ среднемъ около 24°.

Вѣтряныя мельницы служатъ для превращенія движенія вѣтра въ механическую энергію, которая можетъ быть употреблена для накачиванія воды насосами, для перемалыванія хлѣбныхъ зеренъ или, какъ предложилъ лордъ Кельвинъ (Lord Kelvin) въ 1881 г., для развитія электричества. Прежде, когда каменный уголь въ качествѣ топлива не имѣлъ такого широкаго распространенія, вѣтряныя мельницы преимущественно служили для помола хлѣбныхъ зеренъ; теперь ими пользуются, главнымъ образомъ, для подъема

воды съ цѣлью дренажа, орошенія или для наполненія запасныхъ бассейновъ. Многія желѣзнодорожныя станціи, всякая ферма и почти всякій обыкновенный деревенскій домъ въ средней части Соединенныхъ Штатовъ и Австраліи, имѣютъ свои водоемы съ вѣтряными водокачками, которыя но-

Рис. 42.

сятъ тамъ, въ зависимости отъ устройства, названіе то „cicIone“, то „eclipse“ и составляютъ своеобразную особенность ландшафта. Въ однихъ Соединенныхъ Штатахъ такихъ водокачекъ насчитывается болѣе милліона.

„Полезную работу“ вѣтряныхъ мельницъ, особенно въ

новой улучшенной формѣ ихъ съ зубчатымъ колесомъ, можно приравнять къ работѣ лучшихъ простыхъ паровыхъ машинъ. Зубчатое колесо новаго образца діаметромъ въ 6 метровъ, при вѣтрѣ со скоростью 29 кил. въ часъ, развиваетъ пять лошадиныхъ силъ и можетъ быть примѣнено для приведенія въ дѣйствіе сельско-хозяйственныхъ машинъ или динамо-машинъ для освѣщенія. При помощи одного колеса такихъ размѣровъ M'Questen въ одномъ мѣстечкѣ штата Массачузетъ доставляетъ свѣтъ для 137 электрическихъ фонарей, для чего прежде онъ пользовался паровой машиной, и имѣетъ при этомъ экономію больше, чѣмъ наполовину противъ прежняго.

По мнѣнію лорда Кельвина, въ настоящее время еще большая часть энергіи, утилизируемой человѣкомъ, доставляется вѣтромъ: изъ сорока тысячъ судовъ Англіи 30,000 плаваютъ подъ парусами; по мѣрѣ же того, какъ количество угля будетъ уменьшаться на землѣ, „вѣтеръ начнетъ оказывать услугу человѣку и на сушѣ въ такой же мѣрѣ, какъ оказываетъ теперь на морѣ: вѣтряныя мельницы и вѣтряные двигатели вообще снова начнутъ играть все болѣе и болѣе важную роль“.

ГЛАВА XIV.

Жизнь въ атмосферѣ.

Недостатокъ мѣста, къ сожалѣнію, не позволяетъ намъ остановиться подольше на нѣкоторыхъ пунктахъ. Между тѣмъ мы не коснулись еще вопросовъ о томъ, какъ атмосфера вліяетъ на людей и растенія, т.-е. вопросовъ, находящихся въ тѣсной связи съ погодой, болѣзнями, гигіеной, земледѣліемъ и санитаріей.

Что касается главныхъ элементовъ климата, то о нихъ уже говорилось въ главахъ о температурѣ и о дождѣ.

Гигіена и санитарія занимаются такими явленіями, которыя столько же находятся въ зависимости отъ другихъ факторовъ, напримѣръ, отъ почвы, какъ и отъ воздуха.

Зависимость земледѣлія отъ атмосферическихъ явленій — предметъ чрезвычайно важный для сельскаго хозяина, но ничуть не завлекательный для широкой публики. Хильгардъ (Hilgard), профессоръ Калифорнскаго университета, съ достаточной полнотой разобралъ этотъ вопросъ въ статьѣ, изданной въ 1892 г. Метеорологическимъ Бюро Соед. Штатовъ, а Лоозъ (Loose) и Жильбертъ (Gilbert) опытами, произведенными въ Англіи, въ Росампстедѣ (Rothampsted), показали, что для того, чтобы извлекать изъ почвы наибольшее количество жизненныхъ ресурсовъ, необходимо хорошо знать, какъ дѣйствуетъ на нее атмосфера.

Вліяніе климата на жизнь, на здоровье и болѣзни очень велико; но, хотя вниманіе человѣка издавна было при-

влечено этими вопросами, съ сколько-нибудь научной точностью они были обслѣдованы лишь въ недавнее время. Въ „Метеорологіи“ Мура (Moore) можно найти прекрасное краткое изложеніе добытыхъ при этомъ наиболѣе существенныхъ результатовъ.

Слѣдующая таблица показываетъ, насколько заболѣванія и смертность находятся въ зависимости отъ времени года:

	Смертность	
Болѣзнь.	maximum.	minimum.
брюшн. тифъ	октябрь, ноябрь.	май, іюнь.
оспа	отъ янв. до мая.	сент., окт.
корь	іюнь, декабрь.	мартъ, окт.
скарлатина	октябрь и ноябрь.	отъ марта до мая.

Противоположность между брюшнымъ тифомъ и оспой въ отношеніи времени года, въ которое они достигаютъ maximum'а и minimum'а своего развитія, ясно показываетъ, что время года играетъ тутъ большую роль.

Можно, кромѣ того, почти безъ сомнѣнія утверждать, что, кромѣ болѣе или менѣе регулярнаго дѣйствія смѣны временъ года, могущественнымъ факторомъ заболѣваемости являются качества воздуха въ той или иной мѣстности.

Мы говоримъ часто о поѣздкахъ съ цѣлью „перемѣны воздуха“, и всѣмъ извѣстно, какими благодѣтельными послѣдствіями для здоровья сопровождаются эти поѣздки, если выборъ новой мѣстности сдѣланъ правильно.

Воздухъ городовъ, какъ мы видѣли, заключаетъ въ себѣ гораздо болѣе частичекъ пыли, чѣмъ воздухъ въ деревняхъ; кромѣ того, онъ загрязненъ другими вредными веществами, которыя выдѣляются въ изобиліи вездѣ, гдѣ на небольшомъ пространствѣ скучено много народу. Хорошо извѣстно, какими несчастными кажутся лица городскихъ дѣтей по сравненію съ румяными, пышущими здоровьемъ лицами дѣтей, пользующихся сравнительно болѣе чистымъ воздухомъ деревень. Подобнымъ же образомъ и воздухъ горъ и пло-

скогорій меньше содержитъ въ себѣ пыли и вообще гораздо чище воздуха мѣстностей, лежащихъ низко надъ уровнемъ моря.

Въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ, гдѣ происходитъ гніеніе растительныхъ остатковъ въ присутствіи воды, отъ земли поднимаются губительныя испаренія, которыя по справедливости называются маляріей (mala aria, плохой воздухъ) и причиняютъ лихорадки не только въ мангровыхъ болотахъ тропиковъ, но и въ неосушенныхъ болотистыхъ округахъ Англіи. Обыкновенно эти вредныя испаренія остаются вблизи поверхности земли, и иногда можно избѣжать ихъ дѣйствія, если спать въ верхнемъ этажѣ.

Нѣтъ никакого сомнѣнія, что атмосфера во многихъ случаяхъ, перенося болѣзнетворные зародыши съ одного мѣста на другое, является распространителемъ болѣзней. Такъ, напримѣръ, загадочная инфлуэнца, въ послѣдніе годы обошедшая чуть ли не весь земной шаръ, очевидно, переносится посредствомъ воздуха. Впрочемъ, вода гораздо болѣе способствуетъ распространенію болѣзней, чѣмъ воздухъ: въ тѣхъ мѣстахъ Остъ-Индіи, гдѣ удалось снабдить населеніе доброкачественною водою, процвѣтавшая прежде холера въ настоящее время появляется весьма рѣдко, и свирѣпствуетъ не съ такой силой, такъ что въ общемъ атмосфера для насъ источникъ жизни и здоровья.

Чѣмъ свѣжѣе воздухъ, которымъ мы дышимъ, тѣмъ больше разбавлены въ немъ ядовитыя вещества, которыя при другихъ условіяхъ вредно отзываются на нашемъ организмѣ.

Нѣтъ никакого сомнѣнія, что мы постоянно испытываемъ на себѣ вліяніе особенностей того климата, въ которомъ живемъ, такъ же, какъ и того воздуха, которымъ дышимъ. А что такое климатъ? Климатъ есть среднее изъ общихъ условій, опредѣляющихъ собою погоду. Главнымъ образомъ въ это понятіе входятъ: температура, осадки, влажность, солнечное освѣщеніе и преобладающіе вѣтра.

При этомъ, конечно, имѣются въ виду также всѣ пра-

вильныя и неправильныя колебанія, о которыхъ говорилось въ IV-й и V-й главахъ, въ особенности годовыя и суточныя колебанія температуры.

Въ нѣкоторыя времена года желательно пользоваться климатомъ болѣе теплымъ и болѣе сухимъ, каковъ климатъ Египта и Колорадо. Въ другое время рекомендуется климатъ въ родѣ того, который имѣется на Мадейрѣ и Новой Зеландіи; съ другой стороны, англичанину, долгіе годы жившему въ жаркомъ климатѣ Остъ-Индіи, часто бываетъ необходимо вернуться въ Англію.

Постоянное жительство въ опредѣленномъ климатѣ мало-по-малу придаетъ націямъ характерныя для нихъ особенности. Такъ, сухой, континентальный, съ рѣзкими колебаніями климатъ Сѣв. Америки объясняетъ собою дѣятельный и предпріимчивый характеръ американцевъ. Однако тѣмъ же свойствамъ климата обязаны американцы склонностью къ невральгіямъ. Разслабляющая апатія и вялость нервовъ, свойственная уроженцамъ тропическихъ береговыхъ странъ, является точно такъ же прямымъ слѣдствіемъ жаркаго и влажнаго климата. Жаркій, но сухой климатъ центральной Остъ-Индіи и Аравіи обусловливаетъ собою воинственную энергію сикховъ и бедуиновъ, тогда какъ въ умѣренномъ или прохладномъ климатѣ Англіи и Зап. Европы очевидно лежитъ объясненіе хорошо уравновѣшеннаго духовнаго и тѣлеснаго развитія тѣхъ народовъ, которые уже издавна правятъ міромъ.

Климатъ, какъ мы отчасти видѣли, можетъ быть жаркимъ или холоднымъ, умѣреннымъ или съ рѣзкими перемѣнами (т.-е. съ малыми или большими колебаніями), сухимъ или влажнымъ, спокойнымъ или бурнымъ.

Въ прежнее время считали достаточнымъ обращать вниманіе при сужденіи о климатѣ только на температуру; но теперь найдено, что и другіе факторы имѣютъ въ такой же степени важное значеніе.

Среднія годовыя, даже по отношенію къ температурѣ, не

представляютъ сколько-нибудь надежнаго критерія. Среднія данныя это—искусственный центръ, около котораго постоянно колеблются реальныя величины; и въ дѣйствительности среднія наблюдаются чрезвычайно рѣдко. Указаніе предѣловъ колебанія гораздо важнѣе. Такъ, напримѣръ, Калькутта въ Бенгаліи имѣетъ среднюю годовую температуру 25,4° С., такую же самую, какъ и Агра въ сѣверо-западной провинціи Остъ-Индіи. Между тѣмъ, если мы примемъ во вниманіе колебанія температуры, то окажется большая разница въ климатахъ этихъ двухъ мѣстъ. Разница въ среднихъ температурахъ между самымъ теплымъ и самымъ холоднымъ мѣсяцемъ въ Агрѣ равняется 19° С, а въ Калькуттѣ только 11°. Среднія суточныя колебанія въ Агрѣ равняются приблизительно 16,5°, въ Калькуттѣ же—только около 8°. Обращаясь къ влажности и количеству выпадающихъ дождей, найдемъ, что если влажность въ Агрѣ будетъ 5, то въ Калькуттѣ ее нужно выразить цифрою 8, а на 73 сант. дождя въ Агрѣ въ Калькуттѣ приходится 225 сант. Наконецъ, облачность въ Агрѣ вдвое меньше противъ Калькутты, а потому въ послѣдней приблизительно вдвое же меньше солнечныхъ дней.

И такихъ примѣровъ можно было бы привести сколько угодно.

Въ данномъ случаѣ мы имѣли двѣ мѣстности, расположенныя по долинѣ одной и той же рѣки, на разстояніи 4° широты одна отъ другой, и тѣмъ не менѣе климаты ихъ оказываются совершенно различными. Отсюда видно, что устанавливать климатъ для районовъ сколько-нибудь значительныхъ размѣровъ — совершенно невозможно, или возможно лишь весьма приблизительно.

Старое дѣленіе земного шара по климатамъ на одинъ жаркій, два умѣренныхъ и два холодныхъ или арктическихъ пояса было только грубой схемой. Оно совершенно безсильно объяснить нѣкоторыя разницы, наблюдаемыя въ близко лежащихъ мѣстахъ въ предѣлахъ одной и той же зоны.

Единственный способъ составить себѣ истинное понятіе

о климатѣ того или другого мѣста это принять въ расчетъ, путемъ спеціальнаго изученія цифровыхъ данныхъ, взаимодѣйствіе всѣхъ опредѣляющихъ его факторовъ, а именно:

1) Широту мѣста.

2) Полушаріе, сѣверное или южное. Это условіе имѣетъ очень большое значеніе, такъ какъ колебанія температуры въ южномъ полушаріи гораздо меньше, чѣмъ въ сѣверномъ.

3) Западное или восточное положеніе на поверхности даннаго материка. Если мѣстность лежитъ въ восточной части материка, какъ, напр., Китай или Соед. Штаты, суточныя и годовыя колебанія температуры гораздо больше, чѣмъ если она лежитъ въ западныхъ его частяхъ.

4) Океаническое, береговое или континентальное положеніе. Это обстоятельство сильно отражается и на колебаніяхъ температуры, и на влажности.

5) Высота надъ уровнемъ моря и, въ случаяхъ высокаго положенія, характеръ возвышенности: изолированная ли это вершина или плоскогоріе. Въ первомъ случаѣ климатъ умѣренный, во второмъ — съ рѣзкими колебаніями. Въ томъ и другомъ температура въ общемъ падаетъ приблизительно на $^2/_3°$ съ каждыми 100 метрами надъ уровнемъ моря.

6) Положеніе относительно сосѣднихъ горныхъ цѣпей, въ связи съ направленіемъ преобладающихъ вѣтровъ: положеніе можетъ быть навѣтреное или подвѣтреное. Если мѣстность располагается съ навѣтреной стороны, какъ, напр., Мелль (Шотландія), Коимбра (Португалія), Ванкуверъ (Британская Колумбія), Бомбей, Коломбо (Цейлонъ), Вальдивія (Чили), Брисбанъ (Австралія) и Чиррапунжи (Ассамъ), то количество выпадающаго дождя часто бываетъ до 250 сант., тогда какъ на подвѣтреной сторонѣ соотвѣтствующихъ горныхъ цѣпей, въ Эбердинѣ (Шотландія), Саламанкѣ (Испанія), Корибѣ (восточный склонъ берегового хребта Кордильеровъ), Пунѣ (Индія, Деканское плоскогорье), Бандаровелѣ (Индійскій Архипелагъ), Бахія-Бланкѣ (Калифорнія), Шиллонгѣ (Ассамъ) и Ромѣ (Австралія) лишь отъ 50 до 75 сант.

7) Положеніе по отношенію къ преобладающимъ вѣтрамъ, пассатамъ, антипассатамъ и муссонамъ. Этимъ обстоятельствомъ опредѣляется сезонъ дождей; такъ, напримѣръ, дожди Остъ-Индіи, происходящіе отъ муссоновъ бываютъ лѣтомъ, между тѣмъ въ Австраліи, гдѣ дуютъ пассаты, лѣто—сухое время года.

8) Сосѣднія океаническія теченія; значеніе этого фактора уже было указано въ гл. IV, стр. 56.

9) Природа и растительный покровъ прилегающихъ мѣстностей.

10) Положеніе по отношенію къ тропическимъ или околополярнымъ дождямъ и поясамъ вѣтровъ.

Слѣдующая таблица можетъ служить иллюстраціей типовъ различныхъ климатовъ.

Типъ.	Мѣстности.	Свойства.
1) *Экваторіальный*, на 10° широты по обѣ стороны экватора.	Батавія (Ява) Коломбо (Цейлонъ) Сингапуръ (у Малакскаго пролива) Кумана (Венецуэла).	теплый, влажный, ровный, здоровый.
2) *Тропическій*, между 10° и 23° широты		
а) береговой	Калькутта (Индія) Гонконгъ (Китай)	сходн. съ предыдущимъ, но менѣе ровный и не такой здоровый.
b) материковый	Лагоръ (Индія) Дели (Индія) Мандалей (Бурма) Тимбукту (Суданъ)	жаркій, сухой, съ рѣзкими колебаніями; вообще, кромѣ зимн. времени, переносится тяжело.

Типъ.	Мѣстности.	Свойства.
3) *Подтропическій*, между 23° и 35° шир.	Ривьера Калифорнія Капская колонія Южн. Австралія	умѣрен. и сухой, благодаря положенію внѣ тропическихъ поясовъ дождей, очень здоровый.
4) *Умѣренный*		
а) сѣверный, отъ 35° до 60° шир.	Англія Европа Соед. Штаты Центр. Сибирь и Китай	прохладн., влажный и ровный по близости моря и съ большими колебаніями внутри материковъ.
b) южный, отъ 35° до 50° шир.	Нов. Зеландія Тасманія	прохладн., влажный и ровный, самый здоровый во всемъ мірѣ.
5) *Полярный*, отъ 60° шир. до полюс.	Сибирь Гренландія	холодный и довольно сухой, внутри материк. съ большими колебаніями.

Принимая во вниманіе только среднія данныя годовыхъ температуръ, мы можемъ разбить климатъ на слѣдующія категоріи:

жаркій . . .	26°—30,5° С.
теплый . . .	18°—26° „
мягкій . . .	13°—18° „
умѣренный .	10°—13° „
холодный . .	4½°—10° „
арктическій .	ниже 4½° „

Впрочемъ, подобная характеристика примѣнима только для тѣхъ случаевъ, когда разница въ температурѣ между лѣтомъ и зимой невелика.

Нѣтъ никакой надежды на то, чтобы стало возможнымъ когда-нибудь въ замѣтной степени измѣнять климатъ той или иной обитаемой человѣкомъ страны: природа дѣйствуетъ по слишкомъ крупному масштабу; тѣмъ не менѣе, изучая разные роды климаты и ихъ особенности, человѣкъ все-таки можетъ опредѣлить, какія свойства климата подходятъ для того или иного возраста, для той или иной болѣзни, и, пользуясь этими свѣдѣніями, можетъ до извѣстной степени ограждать себя отъ вредныхъ климатическихъ условій, которыя не только ведутъ къ болѣзни и смерти отдѣльныхъ личностей, но бываютъ причиною вырожденія цѣлыхъ человѣческихъ расъ.

СОДЕРЖАНІЕ.

СТРАН.

Предисловіе.

Глава I. Происхожденіе и высота атмосферы . . 1

Глава II. Природа и составъ атмосферы 9

Глава III. Давленіе и вѣсъ атмосферы 18

Глава IV. Температура атмосферы 25

Глава V. Общій круговоротъ въ атмосферѣ . . . 59

Глава VI. Законы, управляющіе явленіями въ атмосферѣ 90

Глава VII. Роса, туманъ и облака 103

Глава VIII Дождь, снѣгъ и градъ 120

Глава IX. Циклоны 125

Глава X. Звуки въ атмосферѣ 140

Глава XI. Цвѣта и другія оптическія явленія въ атмосферѣ. 144

Глава XII. Вихри, смерчи, торнадо и грозовыя бури 153

Глава XIII. Возможность держаться въ воздухѣ и воздухоплаваніе 166

Глава XIV. Жизнь въ атмосферѣ 185

Замѣчаніе: Просятъ читателя предварительно исправить опечатку на стр. 94-й, 12 строка сверху:

Вмѣсто „съ высоты 783 м.“ надо читать съ „высоты 424 м.“

Изданія О. Н. ПОПОВОЙ.

ЕСТЕСТВОЗНАНІЕ, ГЕОГРАФІЯ, ПУТЕШЕСТВІЯ.

„Естественно - Историческій Атласъ"

ЗООЛОГІЯ, АНАТОМІЯ ЧЕЛОВѢКА, БОТАНИКА И МИНЕРАЛОГІЯ.

НАГЛЯДНОЕ ПОСОБІЕ ДЛЯ СЕМЬИ и ШКОЛЫ.

Болѣе 200 таблицъ. Рисунковъ около 1200. Объяснительный текстъ.

Цѣна изданія по подпискѣ **5** р., съ пересылкой **6** р. **20** к.

Рисунки атласа заимствованы изъ лучшихъ иностранныхъ и русскихъ сочиненій.

ПРОДОЛЖАЕТСЯ ПОДПИСКА на НОВОЕ ИЗДАНІЕ СОЧИНЕНІЙ

ЧАРЛЬЗА ДАРВИНА.

ВЪ ЧЕТЫРЕХЪ ТОМАХЪ.

Томы I и II—повтореніе изданія 1896 г., въ исправленномъ видѣ. Томъ III. *Прирученныя животныя и воздѣланныя растенія.* Пер. **В. Ковалевскаго,** для новаго изданія переработанный профессоромъ **М. А. Мензбиромъ** и профессоромъ **К. А. Тимирязевымъ.**—Томъ IV. *Приспособленія орхидныхъ къ оплодотворенію насѣкомыми.—Лазящія растенія.—Насѣкомоядныя растенія.* Переводъ подъ редакціей проф. **К. А. Тимирязева.**—*Участіе дождевыхъ червей въ образованіи растительнаго слоя почвы.* Переводъ проф. **М. А. Мензбира.**

Подписная цѣна на все изданіе 6 руб., съ пересылкой 8 руб.

I и II томы продаются отдѣльно. Цѣна 4 р. 50 к.

Вышли I, II и III томы.

Реклю, Э. Земля. Описаніе жизни земного шара. Переводъ безъ пропусковъ съ послѣдняго французскаго изданія. Цѣна за всѣ шесть вып. 6 р. 70 к.

Содержаніе: Вып. I. Земля какъ планета.—Горы и равнины. 2-е изд. Ц. 90 к.—Вып. II. Круговоротъ воды на земномъ шарѣ. 2-е изд. Ц. 1 р. 30 к.—Вып. III. Подземныя силы (вулканы, землетрясенія, поднятія и опусканія почвы). Ц. 1 р. 10 коп.—Вып. IV. Океанъ. Ц. 1 р. 10 к.—Вып. V. Атмосфера. Ц. 1 р.—Вып. VI. Жизнь на земномъ шарѣ. Ц. 1 р. 30 к. Каждый выпускъ снабженъ многочислен. рисунками и геогр. картами.

Реклю, Э. Земля и люди. Всемірная географія.

Вып. I. **Швеція и Норвегія.** Полн. переводъ съ французск. П. Краснова. Съ 77 рис., съ прилож. очерка государствен. устройства и библіогр. указателемъ. Спб. Цѣна 1 р.

Вып. II. **Бельгія и Голландія.** Полн. переводъ съ франц. Пл. Краснова. Съ прилож. очерка госуд. устройства обоихъ государствъ и статистическихъ свѣдѣній, сост. Д. Протопоповымъ и библіогр. указателемъ. 67 рисунк. 9 чертежей. Спб. Ц. 1 р.

Вып. III. **Соединенные Штаты.** Часть первая Перев. съ франц. подъ ред. Н. Березина. 70 рисунковъ и 12 схематическихъ картъ въ текстѣ. Спб. Ц. 1 р. 50 к.

19 10

Изданія О. Н. ПОПОВОЙ.

Вып. IV. **Соединенные Штаты.** Ч. II. Перев. съ франц. подъ ред. Н. Березина. Съ 41 рис. и 25 чертежами въ текстѣ. Приложенія: Очеркъ государственнаго устройства, составленный Д. Протопоповымъ; библіографич. указатель и географическая карта. Спб. Ц. 2 р.

Вып. V. **Британскіе Острова.** Полный перев. съ франц. подъ ред. Д. А. Коропчевскаго съ 91 рисункомъ. Приложенія: Очеркъ госуд. устройства. Статья В. Водовозова. Значеніе физико-географическихъ условій въ соціальномъ развитіи Англіи. Статья Д. Коропчевскаго. Библіографическій указатель. Списокъ географическихъ именъ и карта. Спб. Ц. 2 р.

РАЗСКАЗЫ О РАЗНЫХЪ СТРАНАХЪ И НАРОДАХЪ.

Герои Южной Африки. Республики Трансвааль и Оранжевая. Исторія, страна, нравы. Съ 18 рис. и картой. Очеркъ *Д. Котляр*ъ. Ц. 60 к.

Заря новой жизни. Очерки изъ войны за освобожденіе негровъ въ Съв. Америкѣ. По Герштеккеру составила *О. Н. Попова*. Ц. 10 к.

Страна восходящаго солнца. Разсказы о японцахъ. *Д. И. Шрейдера*. 20 рис. Спб. Ц. 20 к.

Учен. Ком. М. Н. Пр. **одобр.** для учен. средн. возр. библ. средн. учебн. завед., для ученич. библ. город. учил. и для безпл. нар. библ. и читаленъ.

Великая пустыня. Описаніе Сахары. Составила *С. Круковская*. 22 рис. Спб. Ц. 40 к.

Учен. Ком. Мин. Нар. Просв. **одобр.** для ученич. библ. низш. и средн. учебн. завед. для безпл. читал. и народн. чтеній.

Якутскіе разсказы. *В. Сѣрошевскаго*. 19 рис. Ц. 40 к.

Матросы корабля Надежда. Разсказъ *В. Сѣрошевскаго*. 18 рис. Спб. Ц. 35 к.

Учен. ком. М. Н. П. *допущена* въ ученич. библ. низш. училищъ и библ. средн. учеб. завед.

КНИЖНЫЙ МАГАЗИНЪ ДЛЯ ИНОГОРОДНИХЪ

О. Н. ПОПОВОЙ.

Спб. Невскій пр., 54 (библіотека Чернесова).

Высылаетъ иногороднимъ всякаго рода книги и учебныя пособія, публикованныя въ періодическихъ изданіяхъ и каталогахъ другихъ фирмъ.

Книжный магазинъ принимаетъ на себя **составленіе каталоговъ на библіотеки** какъ народныя, такъ и общественныя.

При требованіи наложеннымъ платежомъ свыше 10 р., необходимо представленіе задатка въ размѣрѣ четверти стоимости книгъ. **БЕЗПЛАТНО** по требованію высылаются: полный каталогъ изданій, каталогъ книжнаго магазина и картинъ для волшебнаго фонаря.

Тип. А. Е. Колпинскаго. Конная, 3—5. Дозв. ценз. Спб. 27 іюня, 1900 г.

2007334088